# Les balais de sorcière[1]) du cacaoyer provoqués par Colletotrichum luxificum n. sp.

PAR

le Dr. C. J. J. VAN HALL,

Inspecteur de l'agriculture dans les Indes-Occidentales

ET

A. W. DROST,

Assistant agronome à la Station expérimentale agricole de Paramaribo.

Avec Planches IX—XXV.

## 1. Bibliographie.

Jusqu'à présent on n'a publié que bien peu de chose sur les balais de sorcière du cacaoyer.

Ritzema Bos fut le premier à traiter ce sujet, dans le *Tijdschrift over Plantenziekten*[2]). Il attribua la maladie

1) Nous employons ce terme, un peu impropre, faute de mieux; le nom néerlandais, „krullotenziekte", n'est guère transportable en français; néanmoins dans le texte qui va suivre nous emploierons quelquefois, pour éviter des périphrases, le terme néerlandais „krulloot" (au pluriel krulloten). Ce mot signifie littéralement rameau courbé (en boucle ou volute). (Note du traducteur).

2) Ritzema Bos. Over krulloten en heksenbezems in de cacaoboomen in Suriname. (Tijdschrift over Plantenziekten, 1900, 6e jaarg., p. 65.)

à une espèce d'*Exoascus*, qu'il nomma *Exoascus Theobromae;* mais il ne parvint pas à décéler de mycélium dans les *krulloten*; il ne nous donna pas de description du champignon.

Il faut regretter que Ritzema Bos se soit décidé à publier les résultats de recherches exécutées certainement sur des matériaux mal conservés. Ainsi que nous le montrerons par la suite, la cause de la maladie n'est nullement un *Exoascus*, et il est absolument improbable que Ritzema Bos ait trouvé un *Exoascus* dans les balais de sorcière; il aura pris probablement quelque trichome pour l'asque de ce champignon.

De son côté, Massee [1]) examina des *krulloten* conservés dans l'alcool, que lui avait envoyés Hart, le spécialiste de Trinidad en matière de cacao; ce dernier avait reçu son matériel de Surinam. Cet examen n'eut guère de résultat; il n'établit que l'absence de l'*Exoascus* de Ritzema Bos.

Howard [2]) soumit également les *krulloten* à un examen superficiel; il découvrit à la surface une fructification rappelant un *Fusarium*.

Went [3]) fut le premier qui soumit les organes malades à un examen approfondi. Il découvrit le mycélium des balais de sorcière et, du même coup, la cause de la maladie; il donna une description détaillée du trajet du mycélium dans les tissus de l'hôte, décrivit aussi les principales manifestations de la maladie et exprima l'opinion que l'induration des fruits est dûe très probablement au même champignon que les „*krulloten*."

---

1) Voy. Hart. Cacao-disease (Bulletin of miscellaneous information, Trinidad, April 1901).

2) Howard. West Indian Bulletin II (1901), pp. 205 et 289.

3) Went. Krulloten en versteende vruchten van de Cacao in Suriname (Verh. Kon. Akad. v. Wetensch., 2e sect. X. 3. 1904).

Went. De ziekteverschijnselen van de cacaoplant in Suriname. (1903. 's Gravenhage, Landsdrukkerij.)

## 2. Apparition de la maladie à Surinam et à Demerara.

C'est au cours des 10—12 dernières années que la maladie des *krulloten* s'est mise à faire des dégâts à Surinam et à attirer sur elle l'attention publique.

Les premières nouvelles alarmantes vinrent du district de Saramacca, vers 1895; la maladie s'y développa peu à peu et l'année 1900 peut être regardée comme celle pendant laquelle la maladie sévit avec le plus d'intensité dans ce district, et où, en conséquence, les récoltes furent le moins abondantes. Depuis lors, les dégâts causés dans le district par les balais de sorcière furent, chaque année, très importants; moins importants néanmoins, en règle générale, qu'en 1900.

Quelques années après son apparition le long de la Saramacca, la maladie se mit à règner aussi dans les plantations situées dans le bassin inférieur de la Commewijne et de la Suriname. On peut dire que là les dégâts furent très sensibles en 1902 et excessivement importants en 1904. Ici encore, la maladie persista et continua d'occasionner de grands ravages, mais aucune année ne fut jusqu'à présent plus défavorable que 1904.

Dans les plantations situées plus haut sur les rivières de Commewijne et de Suriname, la maladie ne se mit à causer des dommages sérieux, en règle générale, qu'un ou deux ans plus tard, mais actuellement ces plantations-là aussi sont très gravement contaminées.

Toute différente est la situation dans les exploitations des petits planteurs, dans les *„grondjes"*, situés le long de la haute Commewijne et de ses affluents supérieurs.

On ne rencontre plus ici de plantations,[1]) mais seulement des

1) Sur la Cottica seulement il existe encore une plantation, „Nieuw Clarenbeck", sérieusement compromise, depuis quelques années, par la maladie.

*„grondjes"* comportant habituellement 4—10 hectares, et appartenant à des nègres ou à des mulâtres, descendants des esclaves employés jadis dans les plantations de canne à sucre de la région ; celles-ci, exploitées jusque vers la fin du siècle dernier, sont actuellement presque toutes abandonnées. Les *„grondjes"* sont, les uns réunis en groupements plus importants dont les différentes parcelles sont assez rapprochées, les autres isolés, séparés de leurs voisins par des étendues plus ou moins considérables de forêt vierge.

Dans ces conditions, les chances de propagation de la maladie de l'une exploitation à l'autre ne sont pas aussi grandes que dans les plantations du cours inférieur, situées, pour la plupart, soit immédiatement l'une à côté de l'autre, soit séparées seulement par de petites étendues de forêt vierge; de telle sorte que l'on trouve parmi les *„grondjes"* du cours supérieur de la Commewijne, de la Cottica et de la Périca, à côté de parcelles gravement contaminées et riches en *krulloten,* d'autres parcelles où la maladie vient seulement de faire son apparition, ou ne s'est même pas encore montrée du tout.

La situation est à peu près identique dans le district de Nickerie; les *„grondjes"* y sont également plus ou moins isolés et l'on y trouve, à côté d'exploitations gravement atteintes, d'autres qui sont, jusqu'ici, restées indemnes. Fait remarquable, il semble qu'ici la maladie ait apparu sur le cours supérieur de la rivière de Nickerie et se soit de là propagée vers la côte, suivant ainsi un chemin absolument inverse de celui que l'on a observé dans le bassin de la Suriname et de la Commewijne.

Dans le district de Coronie, la culture du cacao n'est pas importante; la maladie n'existe, jusqu'à présent, que dans une faible mesure; elle n'est sérieuse, à ce qu'il semble, que dans la plantation „Maryshoop".

Depuis 1906, la présence de la maladie a également été

constatée à Demerara (Guyane brittanique); elle y fut découverte par Bartlett, le directeur du jardin botanique de Georgetown, dans une plantation située sur la rivière de Demerara; par la suite, on la retrouva dans d'autres plantations de la colonie.

On n'a pas encore observé la maladie dans d'autres pays.

Dans les localités où la maladie en est à son début, on peut se rendre compte de la façon dont elle se propage.

A ce point de vue, on n'observe aucune préférence en faveur de l'une ou l'autre direction du vent; il est par conséquent impossible de découvrir une influence du vent (qui à Surinam est presque toujours à l'Est et plus spécialement au Nord-Est) sur la dispersion de la maladie.

La remarque suivante est plus intéressante: sur les terrains où la maladie n'a encore attaqué que quelques plantes, la contagion ne se propage que lentement au travers de la plantation. Au point de vue des mesures à prendre pour combattre la maladie, ce fait est très important, comme on le verra plus loin, lorsque nous exposerons le traitement à appliquer.

Nous avons eu l'occasion d'observer en détail, sur la plantation „Mon sort" et dans la propriété „Process" sur la Cottica supérieure, comment la maladie avait progressé depuis l'automne 1905 jusqu'à l'automne 1907. Dans chacune de ces deux localités, la maladie avait apparu en un point; à „Mon sort" cette place mesurait environ 6 hectares; à „Process", quelques arbres seulement portaient des *krulloten.* Deux ans après, la maladie ne s'était propagée, à „Mon sort" que jusqu'à environ 300 m. (15 „ketting" de Surinam) plus loin, dans toutes les directions: c'est à cette distance que nous avons rencontré la limite extrême jusqu'à laquelle on pouvait encore observer des balais de sorcière. Dans la propriété „Process" la maladie était limitée, en 1907, à une seule plante, fortement atteinte, et à quelques plantes voisines, portant un petit nombre de *krulloten.*

La conclusion à tirer de ce fait d'observation que la maladie se propage lentement est celle-ci: il doit s'être passé de longues années entre le début véritable de la maladie et le moment où elle a acquis une intensité suffisante pour causer dans les plantations des dommages sensibles. La maladie devait donc exister depuis bien longtemps lorsqu'elle attira sur elle l'attention (c. à. d. vers 1895 dans le district de Saramacca et vers 1900 sur la Suriname et la Commewijne). Pendant bien des années il a du se former des balais de sorcière avant qu'on s'en soit rendu compte. Ce ne fut qu'au moment où l'on comprit que l'on avait affaire à une maladie grave, que l'on commença à s'occuper de ces rameaux malades, depuis longtemps existants. Une telle situation s'est d'ailleurs maintes fois présentée à l'occasion de nombreuses autres maladies des plantes.

La comparaison des chiffres d'exportation des dernières années peut donner une idée du dommage occasionné à Surinam par cette maladie.

L'exportation comporta:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| en | 1899 : | 38600 | balles de 100 kg. | de cacao. |
| „ | 1900 : | 29270 | „ | „ |
| „ | 1901 : | 31635 | „ | „ |
| „ | 1902 : | 23552 | „ | „ |
| „ | 1903 : | 22467 | „ | „ |
| „ | 1904 : | 8540 | „ | „ |
| „ | 1905 : | 16818 | „ | „ |
| „ | 1906 : | 14806 | „ | „ |

Il ne faut pas perdre de vue que si, d'une part beaucoup de plantes ont été tuées, par la maladie, dans plusieurs plantations, au cours de ces dernières années, d'autre part, de nombreuses jeunes plantations sont devenues productives; en somme, la surface totale occupée par des plantations de cacao aura probablement augmenté un peu depuis quelques années.

Il ressort des chiffres ci-dessus que de 1899 à 1904 la production a fortement diminué; c'est pendant cette dernière année que la maladie a sévi avec le plus d'intensité, que le nombre de fruits indurés a été le plus grand et, partant, la récolte la plus maigre. La situation s'est améliorée quelque peu, dans la suite; le nombre de fruits indurés diminua et la production se releva; celle-ci semble osciller actuellement entre 15000 et 17000 balles.

Ces chiffres donnent l'impression que l'intensité de la maladie s'accrut peu à peu, jusqu'à atteindre, en 1904, son paroxysme, pour redescendre ensuite quelque peu. C'est bien là, en effet, la véritable situation, car cette même oscillation s'observe non seulement pour la production totale de toute la colonie, mais encore pour la production des différentes plantations en particulier.

Nous donnons ci- après le tableau de la production de six plantations, dont les deux premières sont situées dans le district de Saramacca, les autres sur le cours inférieur des rivières de Suriname et de Commewijne; dans le district de Saramacca, la maladie débuta plus tôt, ainsi que nous l'avons exposé plus haut, et y atteignit plus tôt son point culminant (en 1900); le long des rivières de Suriname et de Commewijne, elle apparut plus tard et atteignit plus tard (en 1904) son paroxysme.

| | Dankbaarheid | Morgenster. | Jagtlust. | Clara. | Berlijn. | Sorgvliet. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1895 | 317 | 376 | | | | |
| 1896 | 170 | 343 | | | | |
| 1897 | 219 | 297 | | | | |
| 1898 | 62 | 97 | 1263 | 565 | 470 | 70 |
| 1899 | 127 | 135 | 1618 | 874 | 778 | 835 |
| 1900 | 31 | 28 | 797 | 346 | 436 | 412 |
| 1901 | 114 | 120 | 917 | 589 | 362 | 366 |
| 1902 | 82 | 113 | 546 | 269 | 235 | 141 |
| 1903 | 250 | 111 | 520 | 89 | 115 | 92 |
| 1904 | 99 | 53 | 177 | 72 | 49 | 20 |
| 1905 | 195 | 167 | 303 | 331 | 118 | 107 |

On comprend facilement la progression graduelle de la maladie par la multiplication graduelle du parasite; il est plus difficile d'en expliquer la décroissance.

Cette marche des évènements est cependant assez fréquente et l'on pourrait citer plusieurs exemples de maladies qui ont suivi un cours analogue: augmentation progressive de l'intensité, paroxysme, décroissance.

La grande question au point de vue pratique est celle-ci: la décroissance que l'on constate actuellement va-t-elle se continuer et la maladie va-t-elle finalement disparaître comme elle est survenue; ou bien la décroissance va-t-elle s'arrêter bientôt — (peut-être s'est-elle déjà arrêtée?) — pour aboutir à une période d'équilibre, pendant laquelle la maladie oscillera autour d'une moyenne? Durant cette dernière période, la maladie serait, pour quelques années, moins grave que pendant l'année du paroxysme (1900 pour le district de Saramacca, 1904 pour la Suriname et la Commewijne inférieures) sans, cependant cesser d'être sérieuse.

Beaucoup de planteurs ont cru pouvoir adopter la première alternative; ils se sont convaincus volontiers que la maladie décroissait, que les plantations — comme ils le disaient — „étaient en convalescence" [1]), et qu'au bout de quelques années le mal aurait disparu spontanément de façon définitive, sans qu'ils eussent à intervenir eux-mêmes pour le combattre.

Quel que soit notre désir de pouvoir partager cette confiance, il nous semble cependant que l'on ne peut faire valoir aucun argument en faveur de cette opinion; il n'existe, pensons nous, aucun fait qui pourrait rendre probable soit la disparition de la maladie dans un temps donné, soit même la diminution de celle-ci dans une mesure telle qu'elle perdrait toute importance pratique.

---

1) *aan het „uitzieken" waren.*

Les données que nous avons rassemblées à Surinam même sur la question démontrent que l'intensité de la maladie décroit, il est vrai, après l'année du paroxysme, mais que cette régression de l'intensité ne dure guère.

Prenons comme exemple la plantation „Monitor" dans le district de Saramacca; d'après un document émanant des agents de la „Nederlandsche Handelmaatschappij", le propriétaire crut remarquer que la maladie disparaissait de sa plantation. Et en effet, l'année 1898 a été, pour cette propriété, l'année la plus défavorable; la situation s'améliora, à partir de cette date, ainsi que le montrent les chiffres suivants:

| | | |
|---|---|---|
| 1896 . . . . . . . . | 106 | balles |
| 1897 . . . . . . . . | 54 | „ |
| 1898 . . . . . . . . | 29 | „ |
| 1899 . . . . . . . . | 75 | „ |
| 1900 . . . . . . . . | 35 | „ |
| 1901 . . . . . . . . | 137 | „ |
| 1902 . . . . . . . . | 63 | „ |
| 1903 . . . . . . . . | 112 | „ |
| 1904 . . . . . . . . | 33 | „ |
| 1905 . . . . . . . . | 105 | „ |
| 1906 . . . . . . . . | 88 | „ |

Il ressort également de ces chiffres, que la diminution de l'intensité ne s'est pas montrée constante, que la décroissance ne s'est pas maintenue, que la maladie, en un mot, a continué à régner, sans néanmoins jamais atteindre à nouveau le degré d'intensité de 1898.

En étudiant les chiffres de la production des plantations de la Commewijne et de la Suriname, pendant quelques années, là où aucune mesure spéciale n'avait été prise pour combattre la maladie, on pourra, à notre avis, se convaincre que, ici également, il ne peut être question de disparition spontanée de la maladie; celle-ci, loin d'avoir disparu,

sévit encore sérieusement; mais elle n'y a plus jamais atteint l'intensité de 1904, l'année critique pour cette partie du pays.

Cette conviction se trouve d'ailleurs renforcée par la comparaison de notre cas avec l'évolution qu'ont parcourue d'autres maladies graves des végétaux: bien souvent on a observé, quelque temps après le début de la maladie, une période pendant laquelle l'intensité de celle-ci augmentait jusqu'à un certain maximum, suivie d'une période de légère décroissance; cette dernière s'arrêtant bientôt, la maladie, loin de disparaître complètement, continuait ses ravages.

De même, à Surinam, voilà à quoi il faut s'attendre; nous sommes convaincus que la maladie ne disparaîtra pas si l'on ne lui oppose pas des mesures sérieuses.

### 3. Développement des rameaux feuillés et des fleurs chez le cacaoyer sain.

Si l'on veut s'expliquer les différentes manifestations et les différentes formes de *krulloten*, en particulier, il faut d'abord se faire une idée nette de la façon dont naissent, chez le cacaoyer sain, les rameaux végétatifs ou feuillés et les rameaux génératifs ou florifères.

Chez le cacaoyer ordinaire (*Theobroma Cacao*) ces processus sont relativement compliqués; ils sont plus simples chez son proche parent, le *Theobroma bicolor*.

Chez *Theobroma bicolor*, à l'époque de la floraison, les grappes florales sont déjà visibles à l'aisselle des feuilles des jeunes rameaux, au moment où ceux-ci commencent à apparaître hors de leurs bourgeons; ces grappes sont composées et portent 10 à 12 fleurs brièvement pédonculées. On voit donc clairement, chez ce cacaoyer, qu'à l'époque de la floraison les bourgeons axillaires des rameaux se dévelop-

pent en grappes florales; en dehors de ce temps, ces bourgeons axillaires ne donnent jamais que des rameaux latéraux végétatifs.

Chez *Theobroma Cacao* tout se passe à peu près de la même manière; les fleurs sont réunies en grappes qui prennent naissance dans les bourgeons axillaires; mais ceux-ci ne se développent que sur des rameaux plus âgés, qui ont dèjà perdu leurs feuilles. C'est pourquoi on ne voit pas aussi clairement que chez *Theobroma bicolor* que ce sont vraiment des *bourgeons axillaires* qui donnent naissance aux inflorescences.

Quant aux rameaux végétatifs, ceux-ci, chez le cacaoyer, de même que chez beaucoup d'autres plantes tropicales, s'allongent 4 à 5 fois par an et non une seule fois (ou exceptionellement deux fois, lorsqu'il se forme des pousses de la St. Jean) comme dans les climats moins chauds. Dans les climats tropicaux, le nombre de ces périodes de croissance est variable et sera d'autant plus élevé que les conditions extérieures seront plus favorables.

Aussi longtemps que les rameaux les plus jeunes conservent leurs feuilles, les bourgeons axillaires restent dormants ou ne donnent naissance qu'à des branches feuillées; les inflorescences n'apparaissent que sur les parties des rameaux qui ont perdu leurs feuilles, c. à. d., en règle générale, chez les arbres âgés de cinq ans ou plus, sur les segments correspondant à la période d'élongation préantépénultième.

L'inflorescence du *Theobroma Cacao* ne constitue pas une grappe aussi nette que celle du *Theobroma bicolor*; on peut néanmoins reconnaître assez facilement que les pédoncules floraux sont portés par des rameaux courts, qui sont eux-mêmes des ramifications d'un axe central (fig. 1).

Parmi les fleurs, plus ou moins nombreuses, qui sont insérées sur cet axe central, un petit nombre seulement arrive à former des fruits; c'est ainsi que l'on observe

quelquefois, chez le cacaoyer, des groupes de 2, 3 ou 4 fruits, très rarement un plus grand nombre, portés sur un pédoncule commun; d'habitude un seul fruit par grappe arrive à maturité.

Au fruit mûr, l'on peut encore distinguer clairement le pédoncule proprement dit, porté par l'axe central de l'inflorescence; ce pédoncule est néanmoins plus nettement reconnaissable chez le fruit à moitié mûr (fig. 2); quelquefois le pédoncule du fruit est porté par une ramification latérale de l'axe central (fig. 3).

Après la chute du fruit, cet axe central, qui, pendant la maturation, s'est transformé en une sorte de large pièce basale, reste fixé au rameau, avec lequel il est dès lors intimement soudé; à la saison suivante cet axe va porter de nouveaux bourgeons à fleurs (fig. 3 et 4) qui donneront naissance à des fleurs et à des fruits.

De cette façon, l'axe central de l'inflorescence est devenu un „mamelon floral", c. à. d. une saillie persistante du rameau, dont peuvent naître, à chaque floraison, des fleurs et des fruits.

Si l'on tient compte de cette particularité que l'axe central de l'inflorescence, ou du moins sa partie basale, est un organe persistant de la plante, susceptible, à chaque floraison, de donner naissance à des fleurs, il est morphologiquement plus exact de parler non d'une grappe mais d'un rameau floral (ou fructifère).

## 4. Manifestations extérieures de la maladie.

Ce qui attire tout d'abord l'attention, et ce qui fut, en réalité, remarqué en premier lieu, ce sont les rameaux développés de façon anormale, et que l'on désigne sous le nom assez impropre de *krulloten*.

Plus tard seulement on observa aussi les fruits in-

durés [1]; quant aux fleurs en étoile [2]) elles restèrent inconnues avant nous et nous fûmes les premiers à les signaler comme une des manifestations de la maladie.

*a. „Krulloten”* (fig. 5—11).

Un *krulloot* se distingue en premier lieu d'une branche normale par son développement hypertrophique; son épaisseur est, en règle générale, deux, quelquefois jusqu'à six fois celle d'une branche normale; sa surface est habituellement irrégulière et quelque peu ondulée; c'est surtout la partie basale qui est épaissie et parfois sillonnée de rides longtitudinales.

Les feuilles de ces rameaux n'atteignent jamais leur taille normale; elles restent toujours très molles et très souples, comme les feuilles à peine écloses des rameaux normaux; souvent elles sont de couleur plus foncée.

Parmi les autres particularités des *krulloten*, il faut signaler surtout: 1) la tendance que présentent les bourgeons axillaires à donner des rameaux latéraux, avant même que la branche hypertrophiée n'ait atteint sa longueur définitive; 2) la persistance des stipules; 3) la croissance plus on moins verticale; 4) leur vie éphémère.

Ajoutons encore les remarques suivantes:

Sur les branches normales, les bourgeons axillaires ne peuvent donner naissance à des rameaux latéraux que lorsque la branche a atteint un certain âge, p. ex. quelques mois; il ne se développent tout au moins jamais avant que la branche n'ait achevé complètement sa croissance. Pour les *krulloten* vigoureux, ce développement des bourgeons axillaires se fait avant que la branche n'ait atteint sa longueur définitive; les pousses latérales

---

1) „versteende vruchten”.

2) „sterblocsems”.

qui en dérivent forment rarement des feuilles, mais sont pourvues de stipules vigoureux. La fig. 6 nous montre une de ces branches; les *krulloten* qui portent un grand nombre de ramifications latérales, arrivent ainsi à ressembler quelque peu à des *balais de sorcière.*

Sur les branches normales, les deux stipules situés à la base de chaque feuille tombent très tôt, de sorte que les branches adultes en sont dépourvues. Les *krulloten* conservent leurs stipules et ceux-ci contribuent, par leur développement hypertrophique et leurs dimensions anormales, à donner à ces rameaux un aspect inaccoutumé.

Nous ne pouvons pas encore indiquer d'une façon certaine la cause de cette persistance des stipules; dès à présent, il nous semble néanmoins très probable que les rameaux malades possèdent, dans une beaucoup moindre mesure que les rameaux sains, la faculté de former du liège. Et, en effet, lorsqu'on blesse un de ces rameaux, il ne se forme pas ou presque pas de liège cicatriciel; de même, on n'y constate jamais la présence de périderme; d'habitude, il ne se forme un peu de liège qu'à la base de l'organe, et par places seulement. Grâce à l'absence du périderme, les rameaux anormaux gardent toujours une consistance „herbacée" ou „charnue", et n'arrivent jamais à présenter l'apparence „ligneuse" qu'acquièrent très tôt les branches normales du cacaoyer.

La tendance à croître verticalement vers le haut n'est pas toujours très nettement accusée chez les *krulloten* qui sont des rameaux transformés (nous laissons ici hors de cause les *gourmands* contaminés); quelquefois néanmoins, ils sont, de façon évidente, négativement géotropiques. Dans ces cas-là le *krulloot* peut donner quelque peu l'impression d'un épiphyte, fixé sur la branche mère; aussi lorsque l'on se mit à s'occuper de ces rameaux malades,

quelques planteurs, et même un soi-disant spécialiste d'une colonie anglaise voisine, émirent l'opinion que l'on avait en effet affaire à un parasite à chlorophylle ou à un épiphyte.

Si l'*habitus* de ces rameaux malades, à croissance verticale, s'écarte tant de celui des branches et rameaux normaux, c'est que les premiers réunissent en eux les caractères morphologiques des gourmands et des branches latérales; ils se rapprochent des uns par leur croissance verticale, et des autres par la disposition de leurs feuilles (½). Et en effet, les gourmands de même que l'axe principal très jeune, non encore ramifié, croîssent verticalement vers le haut et constituent des pousses orthotropes, radiales, présentant la formule foliaire ⅜ ; les branches et rameaux, au contraire, sont des pousses plagiotropes, dorsiventrales, s'allongent dans une direction oblique ou horizontale et ont la formule foliaire ½ ; le *krulloot* typique est une pousse orthotrope, radiale, dont les feuilles sont disposées d'après la formule ½ et qui acquiert, par là même, — son développement hypertrophique mis à part — un aspect tout particulier que ne présente jamais aucune branche normale du cacaoyer.

Enfin, les *krulloten* sont encore caractérisés par une existence très courte. Ils se développent vite, leur croissance est très rapide mais s'arrête bientôt. A partir de ce moment, le rameau contaminé vit encore quelques semaines, puis il meurt et se dessèche. Chose digne de remarque, la mort commence par la base de l'organe, ainsi que le montre la fig. 5: on peut constater que la base du rameau est déjà brune.

Après une atteinte sérieuse de la maladie, les cacaoyers portent un nombre considérable de ces rameaux contaminés morts, colorés en brun, ce qui leur donne un aspect malade; ces rameaux morts constituent de plus autant de points faibles qui facilitent les attaques des parasites;

parmi ceux-ci, le plus commun est le *Chaetodiplodia*, qui peut amener la mort des arbres.

Ajoutons cependant que les *krulloten* ne se développent pas exclusivement aux dépens de bourgeons, soit terminaux, soit latéraux, destinés normalement à donner des rameaux; ils peuvent aussi sortir des bourgeons terminaux soit d'un gournand, soit même de l'axe terminal jeune, avant toute ramification. Les *krulloten* peuvent aussi sortir de bourgeons nés sur la tige ou sur des branches âgées, destinés normalement à donner des inflorescences ou des rameaux à fleurs, comme nous l'avons exposé plus haut.

Après les explications données précédemment au sujet des caractères des *krulloten*, il ne nous reste plus grand' chose à dire de ceux d'entre eux qui apparaissent au sommet des gourmands ou des jeunes tiges. Leur direction verticale n'a ici rien d'extraordinaire et l'aspect des sommets ainsi hypertrophiés de ces gourmands et de ces jeunes tiges (fig. 7) ne semble pas aussi anormal que celui des *krulloten* dérivant de branches latérales.

Enfin, les *krulloten* qui naissent sur la tige ou sur les branches âgées doivent probablement être considérés comme des rameaux à fleurs transformés; cette origine se trahit encore quelquefois par l'apparition de fleurs sur ces rameaux (fig. 8); ceci ne s'observe jamais pour les autres catégories de *krulloten*, décrits plus haut; ces fleurs manquent d'ailleurs dans beaucoup de cas. Souvent ces *krulloten* apparaissent par groupes de 4, 5 ou plus, insérés au même point. A la même catégorie se rattachent les *krulloten*, petits d'habitude, que l'on observe parfois au milieu des fleurs en étoile dont nous parlerons plus loin. Les *krulloten* florifères, dont la fig. 8 nous montre un exemple typique, forment la transition entre les branches feuillées et les branches florifères ou inflorescences; ils nous confirment dans cette opinion que

leur évolution n'est pas fixée irrévocablement dès le bourgeon, soit comme rameaux feuillés, soit comme rameaux florifères; cette évolution est sous la dépendance des conditions de milieu, que l'on appelle d'habitude „conditions extérieures". Souvent ces rameaux, nés sur la tige ou sur des branches âgées, apparaissent par groupes.

Il nous reste à parler de ce que l'on pourrait appeler la „percroissance" [1]) des *krulloten.*

Dans la plupart des cas les rameaux anormaux sont hypertrophiés jusqu'à leur sommet; quelquefois cependant un de ces rameaux ne présente cette hypertrophie qu'à sa base et est normal à son sommet; ce dernier n'est pas épaissi, continue à croître et porte des feuilles normales, qui acquièrent leur taille habituelle; la présence d'une cuticule dure et leur surface lisse nous prouvent que ces dernières sont absolument saines. Ce cas peut se présenter chez les *krulloten* issus de bourgeons terminaux ou axillaires d'une branche, (les fig. 9 et 10 en montrent quelques exemples); cela arrive cependant plus souvent chez les *krulloten* qui occupent le sommet d'une jeune tige ou d'un gourmand. Le jeune cacaoyer qui occupe le milieu de la fig. 7 porte un de ces *krulloten* à son sommet; de sa base épaissie et nettement hypertrophiée naissent quelques ramifications latérales également déformées; le sommet présente, par contre, l'aspect normal d'une tige saine et porte des feuilles normales.

Les cas de ce genre font croire à l'observateur superficiel que les rameaux contaminés peuvent guérir et redevenir des branches normales; c'est cette idée qui a fait employer à leur occasion l'expression de „percroissance des *krulloten*". Cette interprétation est néanmoins erronée. Si l'on observe la naissance d'un de ces rameaux contaminés, l'on s'aperçoit que le sommet était normal dès le

---

1) „doorgroeien".

début et que dans tous les cas de ce genre l'on a affaire à des organes qui, à aucun moment de leur existence, n'ont été contaminés de la base au sommet.

Dans le cas où vraiment le sommet lui-même est attaqué, le rameau contaminé n'est plus capable de croissance ultérieure; celle-ci n'est possible que si la contamination n'a pas atteint tout d'abord le sommet.

Les *krulloten* se présentant ainsi prolongés sont donc la conséquence d'une infection partielle du bourgeon, laquelle, lors du développement de celui-ci, a respecté le sommet, qui est resté indemne.

L'infection partielle d'une branche ou d'un rameau peut encore se produire d'une autre façon. Il arrive parfois que l'un des bourgeons latéraux d'une jeune branche, ou, plus souvent, d'un gourmand, soit contaminé et donne naissance à un *krulloot*; habituellement, l'infection se propage — du moins dans le cas d'une branche ou d'un gourmand jeune — du rameau latéral jusqu'à une certaine distance dans la branche ou le gourmand eux-mêmes; ces derniers ne subissent pas, de ce fait, de transformations bien apparentes; il n'en résulte guère qu'un épaississement peu important et une légère coloration brunâtre: il apparaît, à cette place, pour parler la langue des planteurs, „une région chancreuse". La fig. 11 représente une de ces „régions". Nous verrons plus loin que cette infection, quoique moins apparente à l'œil que les *krulloten* proprement dits, compromet néanmoins la vie du cacaoyer.

*b. Induration des fruits* (fig. 12—16).

Tandis que les *krulloten* furent bientôt signalés partout et reconnus facilement, il s'écoula un temps assez long avant que cette autre manifestation de la maladie, *l'induration des fruits*, n'attirât l'attention des planteurs.

On remarqua il est vrai que, en même temps qu'appa-

raissaient les rameaux anormaux, beaucoup de fruits „se gâtaient"; mais ce fait fut tout d'abord identifié ou confondu avec la maladie appelée le „noir" [1]). Ce n'est que peu à peu que l'on se mit à reconnaître dans cette corruption des fruits une manifestation pathologique, nettement distincte, même extérieurement, du „noir".

Les particularités typiques que peuvent présenter les fruits indurés sont: la consistance dure de la région infectée, la gibbosité qui apparaît parfois sur les fruits jeunes ou à moitié développés, l'hypertrophie du pédoncule et la tache noire, qui se montre parfois quelque temps avant la maturité.

La consistance dure des tissus — qui donna naissance à l'expression „induration" — existe toujours, dans une mesure plus ou moins grande, dans la région malade, soit que celle-ci constitue une bosse sur le fruit jeune, soit qu'elle se présente sous forme de tache noire sur le fruit plus âgé; dans le premier cas, „l'induration" des tissus charnus du jeune fruit est parfois à peine appréciable; chez les fruits développés, par contre, il peut arriver que la région de la tache noire soit effectivement dure comme la pierre.

La fig. 12 nous montre quelques fruits chez lesquels la maladie se manifeste par une croissance hypertrophique du pédoncule; l'épaississement est surtout visible chez le fruit qui occupe le milieu de la figure. Sur la fig. 13 également l'on constate, sur le fruit placé à gauche, une hypertrophie considérable du pédoncule.

---

1) Le „noir" des fruits du cacaoyer est une maladie bien connue dans tous les pays à cacao; elle est appelée „blackening of pods" par les Anglais, et d'habitude attribuée à une infection par *Phytophthora omnivora*. D'après nous, il n'est pas probable que ce champignon soit la cause du „noir" des fruits de cacaoyer observé à Surinam.

Le périderme de ces pédoncules présente souvent des déchirures en losanges, produites par la croissance hypertrophique intense et rapide des tissus corticaux sous-jacents.

Nous pouvons considérer comme un second type d'induration du fruit le cas où l'hypertrophie se manifeste sur le fruit lui-même (fig. 15); les fruits présentent alors d'habitude une ou deux gibbosités, mais la déformation est parfois plus importante, de sorte que les fruits arrivent à prendre des formes irrégulières.

Dans ce second type, le pédoncule n'est d'habitude pas hypertrophié.

Ces fruits ne durent que très peu de temps; jamais ils n'arrivent à maturité, et tombent alors qu'ils sont encore petits, ou du moins à moitié développés.

Un troisième type d'induration du fruit nous est représenté sur les fig. 14 et 16. Les fruits présentent une tache noire, quelquefois deux, rarement plusieurs.

C'est cette forme de la maladie qui a fait naître la confusion entre l'induration et le „noir", ainsi que nous l'avons exposé plus haut. Dans les deux cas le fruit est marqué d'une tache noire; mais alors que dans la première maladie les tissus périphériques du fruit sont durs, dans la seconde ces tissus sont au contraire mous et fragiles.

Ce dernier type d'induration se rencontre chez les fruits qui, au début de leur développement et à peu près jusqu'à leur maturité n'ont pas présenté les symptômes de la maladie; au moment où la maturité s'annonce par un changement de coloration que subit le fruit, ou quelque temps auparavant, la région malade prend une coloration qui la différencie d'avec les parties saines. Si le fruit est encore vert, il apparaît prématurément, à cet endroit, une tache d'un jaune verdâtre pâle; si le fruit commence déjà à jaunir, la coloration verdâtre persiste á cette place;

bientôt, les tissus de la région malade meurent, prennent une teinte brunâtre, puis deviennent finalement noirs.

Tels sont les changements successifs de coloration qui ont lieu dans les variétés de cacaoyers à fruits jaunes; dans les variétés a fruits rouges, la région malade reste verdâtre, ou n'acquiert, tout au moins, jamais la coloration rouge intense des fruits sains, et finit également par noircir.

Anticipons un peu sur notre chapitre concernant le parasite qui provoque la maladie et disons tout de suite que les fruits malades appartenant au troisième type ne sont pas atteints aussi profondément que les jeunes fruits présentant soit des bosses, soit une hypertrophie du pédoncule; ces derniers sont condamnés à mourir assez rapidement et ne donnent jamais de graines utilisables; il n'en va pas de même des fruits qui, en fait de symptôme de la maladie, ne présentent que la tache noire.

Il dépend des circonstances extérieures et notamment du temps plus ou moins humide, que la région tachée ne s'étende plus loin, ou qu'elle reste limitée à une petite surface; comme aussi que le nombre de graines gâtées soit grand ou petit dans chaque fruit.

Dans les fruits fortement atteints de ce type, les graines passent parfois à l'état d'une masse sèche, comme *momifiée,* qui englobe les amandes, complètement soudées entre elles. D'autres fois, l'on voit, par des temps pluvieux, la chair des fruits se liquéfier; les graines se trouvent alors plongées dans un liquide quelque peu mucilagineux, qui s'écoule quand on ouvre le fruit.

Nous croyons avoir remarqué, de plus, que les fruits indurés ne deviennent jamais normalement mûrs, mais présentent une sorte de maturité précoce, et mûrissent donc plus tôt que les fruits sains; c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer, selon nous, le faible poids des graines restées utilisables.

En effet, les fruits indurés qui sont marqués d'une tache

noire contiennent souvent, à côté des graines momifiées, un certain nombre de graines d'apparence saine. Il va sans dire que même ces dernières ne sont pas absolument normales; ce qui le prouve, c'est leur faible poids.

Afin de réunir des données certaines sur cette question, nous fîmes enfermer, chacun dans un sac, deux lots de graines provenant de la plantation „Clevia"; l'un des sacs contenait des graines de fruits indurés, l'autre des amandes de fruits sains; toutes furent alors mises à fermenter avec le reste du cacao, puis séchées. Après avoir rejeté les graines inutilisables des deux sacs, on tira de chacun de ceux-ci six groupes de 100 graines qui furent pesées. On obtint les chiffres suivants:

| | Gr. d'apparence saine tirées de fruits indurés. | Gr. provenant de fruits sains. |
|---|---|---|
| 1e centaine | 90 gr. | 114 gr. |
| 2e „ | 100 „ | 118 „ |
| 3e „ | 104 „ | 118 „ |
| 4e „ | 106 „ | 119 „ |
| 5e „ | 106 „ | 120 „ |
| 6e „ | 98 „ | 113 „ |
| Moyenne | 101 gr. | 117 gr. |

Une remarque, pour finir, à propos des graines malades provenant de fruits indurés. Lorsque ces graines ne sont pas contaminées trop profondément, on peut souvent observer un commencement de développement de la radicule. Il ne peut cependant être question ici d'une véritable „germination dans le fruit," car celle-ci ne peut se présenter qu'avec des fruits trop mûrs; d'ailleurs, les graines saines de ces mêmes fruits ne présentent jamais ce phénomène. Des expériences de germination démontrèrent, de plus, que l'énergie germinative des graines contaminées est excessivement faible, ou même nulle, de sorte que ce développement de la radicule doit être considéré lui-même comme une manifestation de l'hypertrophie.

Les graines saines provenant de fruits indurés germent bien, mais donnent des plantes chétives; ce qui, après ce que nous avons dit plus haut de leur faible poids, ne doit nullement étonner.

c. *Fleurs en étoile.* (fig. 17, 18 et 19).

Cette manifestation de la maladie consiste en une agglomération d'un grand nombre de fleurs, insérées les unes sur des pédoncules séparés, les autres sur des pédicelles ramifiés; parmi les fleurs on observe assez souvent quelques rameaux végétatifs, transformés en petits *krulloten.* De plus, le renflement florifère (ou fructifère) sur lequel se trouvent insérées les fleurs en étoile, est d'habitude un peu plus prononcé que dans le cas normal, ainsi qu'on peut le voir nettement dans le groupe supérieur de la fig. 17; de même, les pédoncules parfois fortement ramifiés des fleurs en étoile sont souvent hypertrophiés (fig. 17, en bas).

Les fleurs en étoile ne sont autre chose que des rameaux florifères fortement contaminés (nous avons exposé au chap. III ce qu'il faut entendre par rameau florifère) qui se sont ramifiés fortement: sur le renflement florifère sont nés de nombreux rameaux latéraux, qui se sont ramifiés à leur tour. Ces derniers, en se développant, ont donné naissance à des grappes de fleurs, comme aussi à quelques rameaux végétatifs (*krulloten*). Les fleurs en étoile sont donc des rameaux fructifères qui présentent les mêmes symptômes pathologiques que les *krulloten:* une croissance hypertrophique, accompagnée d'un développement exagéré des ramifications latérales.

Nous avons vu plus haut que la contamination d'une branche fructifère donne parfois naissance à des *krulloten* terminés par des fleurs (cf. p. 258).

Le résultat le plus fréquent d'une telle contamination est, cependant, une fleur en étoile, c.à.d. une formation

abondante de fleurs, insérées sur un rameau fructifère commun hypertrophié, qui ne peut produire qu'un seul *krulloot.*

Beaucoup de fleurs en étoile ne donnent pas de fruits mûrs; d'habitude elles ne produisent que quelques petits fruits mal conformés, non pas allongés mais plutôt globulaires; en les ouvrant, on constate que la paroi du fruit est épaisse et circonscrit cinq petites loges; les graines manquent. Ces fruits vides de graines sont appelés par les planteurs de Surinam „man-cacao". [1]) Ils proviennent probablement d'ovaires non fécondés, dont le développement aura été provoqué par l'influence du parasite.

Certaines fleurs en étoile parviennent cependant quelquefois à produire un fruit ou un petit nombre de fruits contenant des graines et qui peuvent arriver jusqu'à une semi-maturité ou même jusqu'à la maturité complète; mais, d'habitude, ils présentent bientôt les symptômes d'une infection grave, tel p. ex. une hypertrophie du pédoncule (fig. 18).

Dans d'autres cas, les fleurs en étoile donnent naissance à des balais de sorcière vigoureux, qui peuvent porter des fleurs; cette manifestation de la maladie se rapproche du type de *krulloten* qui naissent par groupes, de la tige ou des branches âgées, et dont nous avons parlé page 258 (fig. 19, voir aussi fig. 8).

## Cause de la maladie.

L'agent de la maladie fut découvert par Went [2]). Il trouva d'une façon constante, dans les rameaux contaminés et dans les fruits indurés, un mycélium intercellulaire, qu'à son aspect on pouvait reconnaître clairement comme appartenant à un champignon parasite; ce dernier devait

1) Ce qu'on pourrait rendre par: „cacao mâle".

2) Went. l. c. p. 19.

nécessairement être considéré comme la cause de la maladie.

Et, en effet, ce mycélium se retrouve, facilement et d'une façon constante, dans les *krulloten* comme aussi dans les régions malades des fruits indurés, envahissant l'organe tout entier; c'est bien partout le même champignon; on peut, d'ailleurs, le cultiver, en partant des organes malades. Aucun doute ne peut subsister quant à la nature de ce mycélium, et sans attendre de nouvelles expériences d'inoculation, il est dès à présent évident que ce champignon est bien la cause de la maladie.

### 5. Caractères du mycélium dans les tissus du cacaoyer.

#### *a.* Le mycélium dans les rameaux végétatifs. Krulloten ou balais de sorcière.

Dans les balais de sorcière, le mycélium parcourt les espaces intercellulaires, de la base au sommet. Il est toujours facile de l'y déceler, dans l'écorce, la moelle et les rayons médullaires; il manque dans le bois. Par des coupes longitudinales, on suit facilement le trajet de ses hyphes, particulièrement bien développées, épaissies irrégulièrement par places et tortueuses, qui s'introduisent, entre les cellules et semblent écarter celles-ci les unes des autres.

En coupe longitudinale on peut souvent poursuivre pendant longtemps les hyphes, dans leur parcours à travers les espaces intercellulaires, développés eux aussi surtout dans le sens longitudinal. Mais c'est surtout dans les poches à mucilage que le mycélium s'épanouit volontiers, et les hyphes s'y ramifient d'ordinaire abondamment.

De la branche principale, le mycélium pénètre dans les rameaux latéraux, et de là dans les feuilles et dans les fleurs, dans le cas où le balai de sorcière en porte. Dans les nervures des feuilles il est parfois assez développé; la base de la feuille peut être également hypertrophiée de façon

spéciale; dans le parenchyme, par contre, le mycélium est très rare.

Le contenu des hyphes est grossièrement granuleux; la longueur des cellules qui les composent est très variable, souvent les parois transversales de ces dernières sont situées à des distances assez grandes l'une de l'autre.

Le trajet du mycélium dans les tissus des *krulloten* et les caractères qu'il y présente ont, d'ailleurs, été décrits déjà en détail par Went [1]) qui en donna, de plus, d'excellentes figures.

Il n'y a pas d'exemple de croissance centripète du mycélium, du balai de sorcière vers la branche-mère; le mycélium reste dans le balai de sorcière et n'est pas capable de passer de là dans les tissus de la branche-mère.

La seule exception à cette règle concerne les cas exposés page 260 et constatés surtout chez des gourmands, dans lesquels la contamination d'un bourgeon latéral marchait de pair avec une contamination de la tige principale; la simple observation externe établit que l'hypertrophie s'est propagée, sur une certaine longueur, jusque dans la tige principale.

Dans le but d'élucider la question de savoir à quel moment le champignon pénètre dans les bourgeons ou rameaux végétatifs, destinés à donner des *krulloten*, nous avons examiné un grand nombre de bourgeons végétatifs, empruntés à un arbre très sérieusement contaminé, et dont on pouvait prévoir que la plupart de ses nouvelles branches allaient se transformer en balais de sorcière. Nos observations eurent lieu, pour la première fois, pendant la grande saison des pluies de 1905 et furent contrôlées ultérieurement à plusieurs reprises: nous n'avons pu décéler la présence du mycélium dans aucun des bourgeons examinés; nous en concluons qu'il *n'y a pas de*

1) l. c. p. 19.

*contamination des bourgeons à l'état de repos.* Il n'est pas douteux que la contamination des rameaux se fait pendant un stade très jeune de leur évolution; on ne peut, en effet, admettre la contamination des rameaux déjà sortis des bourgeons; car très peu de temps après cette sortie, on peut déjà reconnaître facilement à l'oeil nu si l'on a affaire à un jeune *krulloot,* ou à un rameau normal. La question se pose donc: puisque le bourgeon à l'état de repos n'est pas susceptible d'être contaminé, à quel stade du développement l'infection du rameau s'est-elle produite?

La façon dont les *krulloten* apparaissent sur les différentes branches peut nous éclairer, en partie, sur ce point.

Il y a, nous semble-t-il, deux moments dans l'évolution du bourgeon auxquels la contamination est possible: 1°. à un stade très jeune de son développement, alors que le rameau qui le porte n'a pas terminé sa croissance; 2°. immédiatement après l'éclosion du bourgeon.

Un exemple du premier cas, est reproduit sur notre fig. 5. Nous y voyons un *krulloot* se développer sur une branche qui n'a pas encore terminé sa croissance, à une place, par conséquent, où jamais on ne constate l'apparition de ramifications normales. Au moment où il fut contaminé, ce rameau anormal était encore à l'état de bourgeon, et la branche mère elle-même ne devait être encore qu'au début de son développement, et s'allongeait encore. C'est alors que ce bourgeon latéral fut contaminé et, sous l'influence de l'excitation exercée par le parasite, il commença à s'allonger à un moment où, en l'absence du champignon, il serait resté encore dormant pendant un certain temps. Mais nous ne pouvons expliquer de cette façon que l'apparition des *krulloten* qui se forment aux dépens de rameaux très jeunes.

Quant à ceux qui se développent sur des branches plus âgées ou sur la tige, il n'est pas possible d'établir que, là aussi, la contamination s'est faite pendant que la branche

mère s'allongeait encore; car, dans ce cas, il aurait dû s'écouler entre le moment où s'est produite l'infection et celui où le bourgeon s'est développé, un temps trop long.

Deux alternatives se présentent ici: ou bien ces balais de sorcière se sont développés aux dépens de bourgeons qui, normalement, auraient donné des rameaux feuillés et qui ont été contaminés peu de temps après le début de leur allongement; ou bien ils sont nés de bourgeons destinés, dans le cas normal, à se développer en rameaux fructifères (inflorescences).

Sur toutes ces questions et d'autres analogues, on ne peut arriver à la certitude que par des expériences d'inoculation; mais celles-ci doivent s'exécuter dans des conditions de calme et de régularité que nous n'avons pas rencontrées.

*b.* Le mycélium dans les fleurs, les fruits et les mamelons florifères (fruits indurés et fleurs en étoile).

Dans les fruits qui présentent extérieurement les symptômes de la contamination par le parasite, que ce soit sous forme d'une gibbosité ou d'une hypertrophie du pédoncule, ou que ce soit sous forme d'une région décolorée ou d'une tache noire à leur surface, on arrivera toujours facilement à déceler la présence du mycélium dans le voisinage de la partie malade. Dans les tissus des gibbosités (péricarpe hypertrophié), les points de contamination maxima apparaissent déjà à l'oeil nu, sur une section fraîche, comme de petites taches brunes; à ces places les cellules hypertrophiées sont déjà en voie de destruction; c'est là que le champignon se développe le plus intensément; le mycélium s'insinue entre les cellules et se propage ainsi, de proche en proche, par les espaces intercellulaires; sa croissance est spécialement luxuriante dans les poches à mucilage et il y épanouit souvent ses hyphes ondulées et ramifiées de façon caractéristique (fig. 20).

Dans les fruits gibbeux jeunes (fig. 15) le mycélium reste, d'habitude, localisé dans le péricarpe, et plus spécialement au niveau de la bosse; de là il se propage souvent dans les autres parties du péricarpe; quant aux graines, elles sont encore indemnes à ce stade d'évolution de la maladie. Très souvent on peut suivre le mycélium jusque dans le pédicelle du fruit, aussi bien dans la partie distale (le „pédicelle" morphologique, fig. 3*b*) que dans la partie proximale (morphologiquement, le „rameau fructifère" fig. 3*a*) de celui-ci. On peut toujours le faire dans le cas des pédicelles hypertrophiés (fig. 12 et 13); car dans ces derniers le mycélium est toujours abondamment représenté dans les tissus de l'écorce, des rayons médullaires et de la moelle (fig. 21).

Ce n'est que plus tard que le mycélium pénétre jusque dans les graines; en règle générale, dans les fruits à peu près murs marqués de la tache noire (fig. 14 et 16), on peut s'attendre à trouver le parasite, logé également dans les graines. A l'oeil nu, on peut déjà s'en rendre compte à la coloration brune que présentent le spermoderme et la masse mucilagineuse qui entoure les graines, ou encore à la „momification" d'une partie des graines; au microscope, on décèle aisément la présence du mycélium, assez abondamment développé, entre les cellules du spermoderme. [1]) Il ne pénètre pas aussi facilement dans les cotylédons ni dans l'embryon; cependant ces organes finissent par être envahis également.

Du péricarpe, l'on peut poursuivre le mycélium jusque dans les tissus du mamelon fructifère ou „rameau fructifère" (cf. p. 254.)

Au microscope, on découvre le mycélium dans ces organes (fig. 22); mais la meilleure manière de déceler celui-ci, c'est de désinfecter d'abord extérieurement à l'al-

1) Voir Went, l. c. fig. 34.

cool ou au sublimé le fruit induré y compris le mamelon fructifère et une partie de la branche, de les débiter ensuite en tranches transversales et de déposer celles-ci dans une boîte de Petri stérilisée.

Aprés quelques jours le mycélium apparaît à la surface de section sous forme d'un léger duvet; et de la façon même dont il apparaît, on conclut aisément à sa distribution et à son abondance dans le pédicelle et le mamelon fructifères.

Afin de déterminer à quel moment de leur évolution, le mycélium apparaît dans les fleurs et les fruits et d'en déduire à quelle époque la contamination se produit, nous avons soumis à un examen microscopique les différents organes d'un cacaoyer gravement contaminé qui portait aussi des balais de sorcière ainsi que des fleurs en étoile et des fruits indurés; nous y recherchâmes le champignon dans des fleurs et des fruits d'âges différents.

Cet examen nous permit de constater que diverses fleurs, d'apparence absolument normale, recélaient néanmoins déjà le champignon.

Le mycélium fut retrouvé constamment dans le pédicelle du fruit; il semble cheminer de préférence dans les tissus de l'écorce interne, restant en contact direct avec le collenchyme ou dans le voisinage immédiat de celui-ci (fig. 23). Dans les poches à mucilage il produit quelquefois, ainsi que nous l'avons constaté déjà à propos du péricarpe, des hyphes fortement ramifiées. Du pédicelle fructifère, il passe dans la paroi de l'ovaire ou dans la base des sépales et des pétales.

Dans les boutons floraux, le mycélium se montre aussi de très bonne heure; nous l'avons observé, notamment, dans des boutons de moins d'un millimètre de long, qui commençaient à peine à s'allonger, et dont le pédoncule floral n'était pas encore différencié (fig. 25).

Dans la fleur, de même que dans les branches, la con-

tamination a donc lieu très tôt, et notamment très peu de temps après que le bouton floral a cessé d'être dormant, ou, selon l'expression des planteurs, dès que „le bourgeon est entré en activité." [1])

Il ne s'ensuit pas nécessairement que la contamination ne soit plus possible pendant les stades ultérieurs du développement, soit p. ex. chez la fleur adulte, soit, plus tard encore, chez le fruit jeune. Cependant, pour la fleur comme pour les rameaux, il nous semble très probable que la contamination n'est possible que tout au début du développement de ces organes, et que, ce stade une fois dépassé, aucune contamination ne peut plus se produire.

Il n'a été question jusqu'ici que des fleurs d'apparence absolument normale, chez lesquelles le champignon ne peut se déceler qu'à l'aide du microscope. Chez les fleurs en étoile, le parasite se comporte tout autrement.

Chez celles-ci (fig. 17 et 18), on reconnaît toujours, à la simple inspection externe, que l'on a affaire à un organe contaminé; le groupement des fleurs en masses denses, parmi lesquelles on rencontre souvent des rameaux feuillés transformés en petits *krulloten*, l'épaississement et l'exagération assez fréquents du mamelon fructifère nous annoncent une hypertrophie du développement et font conclure à la présence d'un champignon parasite; un examen plus approfondi confirme ces prévisions.

On trouve toujours, dans les fleurs en étoile, un mycélium vigoureux, logé dans les tissus de la fleur, du pétiole et du mamelon florifère. Dans l'écorce de ce dernier, le mycélium vit entre les cellules du parenchyme cortical; les hyphes y sont particulièrement nombreuses et s'étendent surtout dans le sens horizontal, dans les larges espaces intercellulaires dont est creusé ce parenchyme (fig. 24).

On peut se représenter de deux manières la genèse des

---

1) *nadat . . „werking in de knop is gekomen".*

fleurs en étoile. Ou bien celles-ci seraient dues à une contamination directe, primaire, par des spores transportées par l'atmosphère; ou bien elles se formeraient à la suite d'une infection secondaire, par le mycélium provenant du mamelon florifère.

Une contamination par des spores apportées par l'atmosphère ne pourrait se produire que sur des boutons qui viennent de s'ouvrir, conformément à ce que nous avons exposé plus haut à propos des fruits indurés; d'autre part, on admettra difficilement qu'un mycélium délicat parvienne à pénétrer ainsi dans les tissus du mamelon florifère et à les envahir complètement; un processus analogue à celui qui donne naissance aux fruits indurés, est, en dernière analyse, le seul admissible dans un semblable cas.

Une pénétration directe du mycélium dans le mamelon florifère nous semble encore moins probable; car les tissus extérieurs de cet organe sont absolument analogues au tissu cortical ordinaire des rameaux; et jamais le *Colletotrichum* n'envahit ces organes, ni directement, ni en passant par les fruits indurés ou les *Krulloten*.

Ce n'est donc probablement pas à une infection directe par les spores que seraient dues les fleurs en étoile.

Nous avons exposé plus haut, à propos des fruits indurés, que le mycélium va se loger, tout de suite, dans le pédoncule, aussi bien dans la partie qui est morphologiquement parlant le „véritable pédoncule" (fig. 1b) que dans la portion proximale de cet organe qui, au point de vue morphologique, est le „rameau floral" (fig. 1a) plus tard partie intégrante du futur mamelon florifère (fig. 3); pendant la croissance du fruit induré, le parasite se maintient dans cette portion proximale (fig. 21), et persiste, après la chute ou la cueillette du fruit, dans le mamelon fructifère. Lors de la première floraison suivante, il se reforme de nouvelles fleurs sur ce mamelon ainsi infecté par le

mycélium devenu vivace ou persistant; ce dernier fait alors valoir son influence sur les jeunes rameaux floraux et, exerçant sur eux la même excitation que sur les rameaux végétatifs qu'il transforme en *krulloten,* il provoque le développement de nombreux bourgeons axillaires. La fleur en étoile formée de nombreuses fleurs agglomérées naît ainsi sous l'action de l'excitation exercée par le mycélium qui a persisté dans le mamelon florifère; en s'accroissant, le mycélium pénètre ultérieurement dans chacune des fleurs particulières qui composent la fleur en étoile et, éventuellement, dans les rameaux végétatifs qui apparaissent parfois parmi celles-ci. Si le mycélium qui a pénétré de la façon indiquée dans le mamelon florifère restait vivant, si, en d'autres termes, nous avions affaire à un mycélium véritablement vivace ou persistant, le *Colletotrichum luxificum* serait encore bien plus nuisible que nous ne le connaissons actuellement: dans ces conditions, un mamelon florifère, une fois contaminé, ne donnerait plus que des fleurs en étoile; un nombre de plus en plus grand de mamelons florifères s'infecteraient successivement à la suite de la production d'un seul fruit induré; le cacaoyer finirait par ne plus posséder un seul mamelon florifère sain, aucune fleur ni aucun fruit sains; il ne pourrait plus produire alors que des fleurs en étoile. Or tel n'est pas le cas. *On ne constate pas, en effet, d'une année à l'autre, d'augmentation graduelle du nombre de fleurs en étoile.*

Une autre observation faite par nous, montre encore que le mycélium ne se maintient pas longtemps vivant dans les tissus des mamelons florifères. Au cours de nos essais pour combattre la maladie, nous avons taillé à fond les arbres gravement contaminés, de façon à ne laisser subsister que le tronc et les branches principales; ces dernières portaient de nombreuses fleurs en étoile. A la suite de ce traitement les cacaoyers ne fleurirent pas pendant la

première année; dès l'année suivante, la floraison reprit, et il ne se produisit plus que des fleurs normales et saines; plus aucune fleur en étoile ne reparut. Au bout d'un an donc, le parasite avait disparu de tous les mamelons florifères qui, avant notre expérience, étaient contaminés et produisaient des fleurs en étoile.

Le mycélium qui s'est logé dans les mamelons fructifères, n'y est donc pas vivace d'une façon absolue. Peut-être s'y maintient-il quelque temps après la formation des premières fleurs en étoile et peut-il une fois encore en produire de nouvelles; dans tous les cas, il n'y persiste que très peu de temps. Nous avons l'impression que les mamelons fructifères, dont les tissus ont, anatomiquement et physiologiquement, beaucoup d'analogie avec les tissus corticaux des branches, ne constituent pas un milieu bien favorable pour le *Colletotrichum*, et que celui-ci n'y peut rester vivant que très peu de temps.

### 6. Fructification du champignon.

Le champignon se cultive facilement sur divers milieux nutritifs, p. ex. sur de petits morceaux de graines de cacaoyer stérilisés, sur l'écorce du fruit, sur une décoction non filtrée des graines ou de l'écorce du fruit du cacaoyer, ou même des feuilles de haricot, à laquelle on ajoute un peu de peptone (environ 0,5 %) et de saccharose (environ 2 %), plus 2 % d'agar; il se développe encore plus vigoureusement sur une décoction de canne à sucre additionnée de 2 % d'agar.

Si on cultive le *Colletotrichum* à la manière habituelle, dans des boîtes de Petri, en chambre humide ou dans des flacons d'Erlenmeyer, bouchés par un tampon d'ouate, on ne voit pas apparaître de fructifications; il ne se développe qu'un mycélium en couche épaisse, luxuriante. Au bout de quelque temps, on peut rencontrer des spores isolées, au milieu de ce tissu mycélien.

La meilleure méthode pour étudier la façon dont ces spores se forment dans le tissu mycélien, consiste à observer des cultures que l'on a faites à la surface inférieure du couvercle d'une boîte de Petri ou d'une chambre humide. On laisse, pour cela, se solidifier une mince couche du milieu nutritif à la surface inférieure du couvercle, et on y inocule le champignon.

Après un certain temps des spores apparaissent, comme le montre la fig. 26; remarquons toutefois que la sporulation est d'habitude assez peu abondante et qu'on trouve rarement un aussi grand nombre d'hyphes fertiles réunies en un même point. Dans ce mode de fructification, les conidies se forment à l'extrémité d'hyphes latérales, courtes; la dernière spore formée repousse la précédente sur le côté, de sorte que les spores en arrivent à constituer de petits amas lâches à l'extrémité des hyphes. On peut voir encore, sur la figure, que souvent les filaments mycéliens se disposent, pendant un certain temps, parallèlement l'un à l'autre, tandis qu'en d'autres endroits, ils s'enchevêtrent en pelotons.

Ce fut là, au début, le seul mode de fructification qui apparût dans nos cultures; mais bientôt, nous en observâmes une seconde forme, le *Colletotrichum* représenté sur notre fig. 27.

Mais celui-ci se montra si irrégulièrement, et dans les premiers temps de façon si sporadique, que nous nous demandâmes d'abord s'il ne s'agissait pas d'une impureté qui aurait pénétré de temps en temps dans nos cultures, malgré toutes nos précautions. Ces suppositions étaient fausses. Nous pûmes établir que les stromes de *Colletotrichum* étaient bien la forme de fructification que donne le champignon des *krulloten*, dans certaines conditions de milieu.

La méthode la plus commode pour obtenir ces fructifications, c'est de cultiver des fruits ou des fragments de

fruits indurés. Il va de soi que l'on ne peut employer, dans ce but, que des fruits qui ne présentent pas encore la tache noire, c. à. d. chez lesquels le péricarpe est encore intact; dans le cas contraire il n'est pas possible d'éviter l'intrusion des saprophytes. Voici de quelle manière nous avons procédé à la stérilisation externe.

On coupe d'abord la partie de la paroi du fruit sur laquelle s'insère le pédicelle, à cause des nombreuses inégalités de la surface qui rendent la stérilisation trop difficile; on nettoie ensuite, sous un courant d'eau, le restant du fruit, à la brosse et au savon; on le plonge pendant environ ½ minute dans l'alcool à 70 °/₀, puis pendant environ 5 minutes dans une solution de sublimé à 2 °/₀₀; enfin on le rince à l'eau stérilisée. Le fruit est placé ensuite dans une chambre humide stérilisée.

Sur les fruits ainsi traités le tissu mycélien apparaît relativement tard à l'extérieur. On comprend en effet que le sublimé, en pénétrant à une certaine profondeur dans les tissus du péricarpe, s'oppose à la croissance du champignon. Mais une fois celui-ci arrivé à la surface du fruit, c'est bien souvent la fructification du *Colletotrichum* que l'on voit apparaître.

Ce n'est pas seulement dans les cultures de fruits indurés que nous avons observé les fructifications de *Colletotrichum*; celles-ci se montrèrent aussi dans nos cultures sur *krulloten* ou fragments de ceux-ci. Nous privions, dans ce but, les rameaux de leurs ramifications latérales et de leurs feuilles et nous les stérilisions ensuite extérieurement de la façon décrite à propos des fruits; les fragments en sont alors détachés au moyen d'un couteau flambé. Sur agar, le champignon forme plus difficilement les fructifications du *Colletotrichum*. Nous avons néanmoins réussi, à plusieurs reprises, à en obtenir même sur ce milieu de culture.

Par la structure de ses coussinets sporogènes et la formation de ses spores, notre *Colletotrichum* diffère peu des autres

espèces connues. Les spores incolores sont solitaires à l'extrémité des stérigmes; à ceux-ci sont mêlés des hyphes stériles peu nombreuses se terminant en pointe et de couleur foncée (fig. 27); ces dernières peuvent manquer.

Chez la plupart des *Colletotrichum* (et, pour autant que nous sachions, chez toutes les espèces qui ont été décrites), les filaments conidiifères ne s'allongent pour former une nouvelle spore qu'après que la spore précédente s'est détachée; chez notre *Colletotrichum* par contre, il se forme fréquemment des spores nouvelles à l'extrémité de ces filaments, avant que les spores âgées ne s'en soient séparées. Il se forme ainsi des chapelets de spores (fig. 28), qui peuvent devenir très longs et qui rendent en très peu de temps les stromes de *Colletotrichum* méconnaissables; celui-ci ne constitue bientôt plus qu'une masse de chapelets de spores enchevêtrés.

Partant des caractères énumérés plus haut, nous pouvons donner du champignon la diagnose suivante:

Stromes apparaissant isolément, sous forme de petits amas d'un blanc sale, quelquefois vaguement roses, mesurant 0,1—0,3 mm. de diamètre, tout au moins dans leur station naturelle: fruits indurés et balais de sorcière; (dans les cultures sur agar dans les boites de Petri ils atteignent de plus grandes dimensions et jusqu'à 2,5 mm. de diamètre); entre les conidiophores apparaissent quelques filaments noirs ou gris foncé, pluriseptés, qui s'amincissent régulièrement de la base au sommet, longs d'environ 50—120 $\mu$; larges de 3,5—4,5 $\mu$ à la base, de 1,2—2 $\mu$ au sommet. Conidies hyalines, ovales ou ovoïdes, parfois un peu étranglées vers le milieu, parfois de contour assez irrégulier, longues de 13—19 $\mu$, larges de 4—5 $\mu$, présentant ordinairement au centre une région très réfringente.

Comme la propriété de provoquer un développement hypertrophique des organes attaqués nous parut constituer la particularité la plus caractéristique de notre champignon,

il nous sembla que le nom de *Colletotrichum luxificum* pourrait lui convenir. [1])

Quant à la question de savoir quelles sont les circonstances qui règlent l'apparition ou l'absence des fructifications du *Colletotrichum,* nous ne pouvons encore la résoudre que partiellement.

Un fait, cependant, est clairement établi: la condition première pour obtenir ces fructifications, c'est une atmosphère qui ne soit pas trop humide. Par tous les procédés habituels de culture, soit sur une couche un peu épaisse de milieu nutritif dans une boîte de Petri, soit dans des flacons de verre sur des fragments stérilisés de graines de cacaoyers, ou sur des fruits indurés, en chambre humide, l'atmosphère reste saturée de vapeur d'eau: dans ces conditions on a peu de chance de voir apparaître les fructifications du *Colletotrichum.* Le mycélium se développe de façon luxuriante et ne produit, en fait de fructification, que les conidies représentées fig. 26. Si l'on prend soin, par contre, de procurer au champignon une atmosphère plus sèche, on a bien plus de chance de provoquer le développement du *Colletotrichum.*

Afin d'arriver à ce résultat, nous avons utilisé les procédés suivants, qui tous nous parurent devoir conduire au but: l'agar fut versé sur la plaque de Petri en couche très mince, puis séchée encore après solidification, au dessus de la flamme; les fruits indurés et les *krulloten,* qui perdent toujours beaucoup d'eau, furent placés, après stérilisation externe, dans de grandes boîtes de verre, puis retransportés avec précaution, chaque jour, dans une nou-

1) Nous présentons aux professeurs Went et Damsté tous nos remerciements pour le secours qu'ils nous ont prêté en nous aidant à trouver un nom qui caractérisât notre champignon comme agent hypertrophiant; le terme *luxificum,* qui évoque d'une part le latin *luxus, luxuries* (luxuriant) et d'autre part le grec λοξος (tordu) nous sembla rappeler le mieux possible ses caractères distinctifs.

velle boîte stérilisée; d'autres fois, nous les laissions séjourner, pendant un certain temps, sous une cloche de verre dont l'atmosphère était maintenue relativement sèche au moyen de chaux vive. Les flacons contenant les cultures de fruits ou de balais de sorcière n'étaient bouchés que par un tampon d'ouate très léger, et chaque matin, chaque fois qu'à la suite d'une nuit froide, de l'eau de condensation se déposait sur les parois des vases, on maintenait ceux-ci exposés au soleil.

Vu le grand nombre d'expériences exécutées nous avons réussi assez souvent à obtenir les fructifications en question, mais pas toujours cependant. Car, en premier lieu, il est assez difficile de réaliser dans les cultures une atmosphère et un milieu nutritif assez secs, tout en ne l'étant pas trop; dans ce dernier cas la croissance du mycélium est trop faible et il ne se développe aucune fructification.

D'autres circonstances encore semblent exercer une influence sur le développement ou l'absence de la fructification du *Colletotrichum*, telle p. ex. la nature du milieu nutritif; ainsi, ces fructifications se montrent plus souvent sur les fruits et les *krulloten* que sur l'agar.

Quoi qu'il en soit, nous devons reconnaître que nous ne connaissons pas encore si bien les circonstances qui ont une action sur la fructification de notre champignon, pour pouvoir, à notre gré, faire apparaître le *Colletotrichum*. Dans toutes nos expériences nous avons naturellement toujours veillé soigneusement à ce qu'aucune impureté ne pût pénétrer dans les cultures; celles-ci se développaient toujours en espaces clos (boites de Petri sous cloches de verre, flacons bouchés par un tampon d'ouate ou vases de verre, ou simplement sur des plaques de verre recouvertes d'une cloche à bord rodé).

Si l'on abandonne un fruit induré dans un espace non clos, p. ex. dans un vase de verre non recouvert ou simplement sur la table du laboratoire, l'on est plus assuré

d'obtenir les fructifications; cette expêrience, dans laquelle on ne se préoccupe nullement d'écarter les organismes étrangers, n'a évidemment de signification que si on la met en rapport avec les expériences de cultures citées plus haut; ce sont ces dernières qui ont fourni la preuve que lè *Colletotrichum* est bien la fructification de notre parasite. Dans la nature, on rencontre fréquemment ces spores sur les fruits indurés (fig. 13); le champignon apparaît à l'extérieur et forme ses spores lorsque le fruit commence à se détruire. Très souvent la sporulation se fait sous forme de chapelets, ainsi que le montre la fig. 28. C'est surtout au début de la grande saison sèche ou pendant d'autres périodes de sécheresse relative, que les fructifications se montrent sur les fruits indurés. On peut remarquer fréquemment qu'elles apparaissent de préférence autour de la région d'induration maxima en un cercle qui s'élargit graduellement. La photographie de la fig. 13 représente un fruit induré que l'on observa (en 1906) dans la plantation „Suzanna's daal"; on voit clairement que les spores commencent à se montrer autour de la gibbosité, qui est la région d'induration maxima.

Ce mode d'apparition est d'ailleurs très compréhensible. La consistance dure du tissu induré est dûe, ainsi que l'a montré Went[1]), à une sorte de gomme cicatricielle; celle-ci se forme non seulement *dans* les cellules, mais ainsi *entre* les cellules, dans les espaces intercellulaires; là où la gomme se forme en grande quantité, le champignon ne se trouve plus dans des conditions favorables à sa croissance; à ces endroits, il ne lui sera pas possible de se frayer un chemin vers l'extérieur; sa croissance sera relativement facile, au contraire, à travers les tissus moins indurés du péricarpe qui entourent la zone d'in-

1) l. c. p. 30 et suivv. et figg. 28—32.

duration maxima, et c'est en effet là que nous le voyons apparaître à l'extérieur.

De la même manière les spores peuvent s'observer facilement à certaines époques de l'année sur les balais de sorcière, mais exclusivement a la base des rameaux contaminés. Les fructifications n'apparaissent jamais, semble-t-il, à d'autres places de ces rameaux. Ceci trouve probablement son explication dans le fait de la dessication rapide que subissent les balais de sorcière après la mort, de sorte qu'ils cessent alors d'être un milieu favorable au développement ultérieur de notre champignon. Par contre, des saprophytes de différents groupes, moins exigeants que le *Colletotrichum luxificum*, y apparaissent bientôt; c'est souvent, entre autres, une espèce de *Fusarium*, probablement la même qui fut observée par Howard [1]); quant au parasite, il n'apparaît au dehors qu'à la base des *krulloten*.

Une place où apparaît assez fréquemment la fructification c'est la région malade qui persiste au point où s'implante un *krulloot* présentant la „percroissance" (voy. à ce sujet, p. 259); chez les gourmands surtout, qui présentent assez souvent cette manifestation de la maladie, on trouve souvent les fructifications dans la région infectée (fig. 11).

### 7. Cycle vital du champignon.

Après ce que nous avons dit déjà, il nous suffira de peu de mots pour décrire le cycle vital du champignon.

Celles d'entre les spores qui sont transportées sur un bourgeon végétatif ou sur un mamelon fructifère, au point où va se former un bouton floral, peuvent provoquer une contamination.

Les premières germent et pénètrent dans le bourgeon

1) Howard. West Indian Bulletin II (1901) pp. 205 et 289.

encore très jeune, alors que la branche-mère n'a pas encore terminé sa croissance, ou immédiatement après que le bourgeon a commencé à gonfler; le rameau qui naît de ce bourgeon, sous l'influence du mycélium qui végète dans ses tissus, se développe de façon hypertrophique et devient un *krulloot*, un rameau anormal.

Suivant que le champignon a envahi tout le bourgeon ou seulement la base de celui-ci, la branche toute entière présentera le développement hypertrophique (fig. 5 et 6) ou sa base seulement sera hypertrophiée (fig. 9, 10 en 11). Dans le premier cas le rameau anormal ne persiste pas longtemps; il meurt bientôt et se dessèche. Si les conditions sont favorables (temps pas trop sec), le champignon apparaît au dehors, à la base du rameau et donne des spores; si le temps est très humide (grande saison des pluies), il forme à la surface de cette portion basale du rameau, des hyphes qui portent des conidies (fig. 26); aux périodes d'humidité moyenne, il donne des stromes (*Colletotrichum*, fig. 27); les spores que forment ceux-ci se détachent à la maturité (fig. 27) ou bien elles restent réunies, constituant ainsi des chapelets de spores (fig. 28); ces derniers se formeraient de préférence dans une atmosphère humide; le phénomène contraire s'observerait par des temps secs.

Dans le second cas, le bourgeon n'étant contaminé qu'à la base, le rameau qui en sortira ne présentera que dans sa portion basilaire le développement hypertrophique (fig. 9, 10 et 11); le sommet continuera à s'accroitre; c'est ce que les planteurs appellent un *krulloot prolongé;* c'est dans ce cas qu'ils parlent de *„percroissance"*. Le champignon peut, dans ce cas, continuer à vivre, pendant longtemps, dans la portion infectée du rameau et venir fructifier au dehors (fig. 11).

Quant aux spores qui sont transportées sur un mamelon fructifère, elles y germent et le champignon envahit un bourgeon, futur rameau fertile, très peu de temps après

que celui-ci est sorti du mamelon fructifère; sous l'influence du parasite, ce rameau fertile peut s'allonger fortement et porter des feuilles (fig. 8), ce qui normalement ne se produit jamais; d'autres fois il ne donne que des fleurs, à la façon habituelle. Le mycélium s'accroît en même temps que le rameau fertile et va se loger dans l'ovaire; il continue à se développer dans le fruit qui en résulte et provoque chez ce dernier les phénomènes de l'hypertrophie et de l'induration; c'est aux points où le mycélium s'est développé le plus abondamment que ces phénomènes apparaissent avec le plus d'intensité.

Après la mort du fruit, le mycélium apparaît au dehors, et, au début, seulement autour des points d'induration maxima; le champignon y développe ses fructifications et envahit en même temps toute la surface du fruit mort.

Pendant ce temps, le mycélium a persisté dans le pédicelle du fruit, non seulement dans le véritable pédoncule que l'on cueille en même temps que le fruit, mais encore dans la portion basilaire du pédicelle, c. à. d. dans le rameau floral qui reste fixé au mamelon fructifère. Toutefois le mycélium du mamelon fructifère n'est pas un véritable mycélium persistant et jamais il ne produit de spores.

Le mamelon florifère infecté entre-t-il en activité, ce ne sont pas des fleurs normales qu'il donne, mais bien des fleurs en étoile.

Si ces fleurs ne produisent pas de fruits (fig. 17), le mycélium logé dans le mamelon fructifère meurt, semble-t-il, assez rapidement. C'est du moins ce qui paraît résulter de nos expériences sur la manière de combattre le mal. Car le mycélium des mamelons fructifères ne pouvait évidemment pas être atteint par notre traitement (élagage et pulvérisations); et cependant, après un an de repos, les mamelons fructifères ne produisirent plus aucune fleur en étoile.

Si, au contraire, les fleurs en étoile donnent des fruits

indurés, la possibilité existe, pour le mycélium des fruits, d'aller réinfecter les mamelons fructifères, comme nous l'avons exposé déjà; le mycélium pourra ainsi se maintenir plus longtemps vivant dans ces mamelons et y devenir véritablement persistant ou vivace.

### 8. Influence de la maladie sur le cacaoyer.

La maladie des balais de sorcière a pour conséquence une diminution notable de la récolte; elle a de plus entrainé la mort de nombreux cacaoyers. Cette constatation a amené beaucoup de personnes à croire que cette formation de nombreux rameaux inutiles est très nuisible aux cacaoyers.

Cependant Went[1]) avait déjà montré que cette opinion est probablement erronnée; il n'est pas impossible, d'après lui, que les balais de sorcière, lorsqu'ils se produisent en grand nombre, puissent exercer une certaine influence désavantageuse en enlevant à la plante des matières nutritives et en empêchant notamment le développement des fleurs et des fruits. Mais la mort des cacaoyers restait toujours inexpliquée.

La diminution de la récolte doit certainement être attribuée, en grande partie, à la contamination des fruits. Le nombre de fruits indurés recueillis, lors de la récolte, n'est pas assez élevé, il est vrai, pour pouvoir, étant sains, faire remonter la récolte à son niveau ancien, normal; n'oublions pas toutefois, d'abord que les fruits fortement atteints meurent très tôt et tombent, ensuite que les mamelons florifères ne produisent que des fleurs en étoile et que celles-ci ne donnent pas de fruits, ou des fruits difformes et très petits, sans aucune valeur.

Les balais de sorcière ont cependant leur part d'influ-

---

1) l. c. p. 11.

ence, part bien peu importante d'ailleurs, sur la diminition de la récolte.

Il arrive assez souvent, que des cacaoyers sérieusement contaminés produisent pour ainsi dire exclusivement ou presque exclusivement des *krulloten* et ne portent presque plus aucune branche saine (fig. 29). Quelquefois même cette situation se répète à plusieurs reprises, de sorte que pendant plusieurs mois, il ne se forme que des balais de sorcière. Lorsque ceux-ci meurent, les cacaoyers se trouvent absolument privés de feuilles ou, tout au moins, pourvus d'un feuillage très clair-semé.

Or, peu d'arbres sont aussi sensibles que le cacaoyer à la perte temporaire de ses feuilles, ou même à un amoindrissement un peu notable de son feuillage. C'est surtout pendant la saison sèche, alors que les arbres d'ombrage, les *Erythrines* („mères du cacao", immortelles) perdent leurs feuilles, que cette situation est désastreuse pour les cacaoyers; la lumière intense semble exercer une action nocive sur l'écorce des branches et surtout des jeunes branches; celles-ci s'affaiblissent et, lorsqu'arrivent les pluies, ne poussent que très faiblement, ne forment qu'un petit nombre de petites feuilles. Le planteur de cacao sait très bien que cette faiblesse se manifeste, entre autres, par le peu de résistance que les branches et rameaux, ainsi exposés au soleil, opposent aux attaques de la larve du *Steirastoma* (un coléoptère). De plus, la floraison et la fructification de ces arbres sera maigre. Un autre dommage, plus persistant celui-là, dû aux balais de sorcière, c'est l'apparition assez fréquente d'une région chancreuse et affaiblie aux points d'insertion des *krulloten* sur la branche-mère.

Parfois après la chute des rameaux contaminés, ces régions malades se cicatrisent; d'autres fois elles persistent, constituant des blessures ouvertes, imparfaitement cicatrisées; les tissus sous-jacents y restent malades et

délicats, de sorte que la branche casse facilement à ces places.

Des régions de ce genre sont encore plus fréquentes sur les portions malades des rameaux contaminés dans les cas de „percroissance" (fig. 11).

D'autre part, il nous semble improbable que les balais de sorcière puissent devenir dangereux par l'emprunt de matières nutritives qu'ils feraient aux cacaoyers. S'il en était ainsi, les cacaoyers atteints depuis des années par la maladie en arriveraient bientôt à un état d'épuisement plus ou moins marqué, tel p. ex. que l'affaiblissement profond qui s'observe fréquemment à la suite de la chute répétée des feuilles, provoquée par Thrips; le cacaoyer se trouve alors totalement épuisé et n'est plus capable, après un élagage énergique, de produire une seule nouvelle pousse vigoureuse.

Dans notre maladie il ne peut être question de pareille situation; nos expériences d'élagage prouvent, que même après une forte atteinte de la maladie, les arbres, privés de leurs jeunes branches, reforment de nouvelles pousses vigoureuses et ne montrent aucune trace d'épuisement, ni dans le tronc, ni dans les grosses branches.

A côté de la diminution de la production, la mort des arbres constitue le phénomène le plus dommageable qui ait accompagné l'apparition des balais de sorcière. On pouvait néanmoins déduire à priori, de ce que nous avons exposé plus haut, que cette destruction des cacaoyers ne pouvait être la conséquence directe des balais de sorcière et que d'autres facteurs devaient entrer en jeu. Nous avons pu établir, que dans la plupart des cas, c'est un autre champignon parasite, une espèce de *Chaetodiplodia*, qui intervient. C'est un parasite qui s'attaque aux plaies; il envahit les *krulloten* morts et pénètre de là dans les tissus vivants des branches et de la tige. La mort des cacaoyers n'est donc dûe qu'indirectement à la présence des balais de sorcière.

Nous avons à rappeler, enfin, la mort des jeunes cacaoyers dont l'extrémité est occupée par un *krulloot* (fig. 7). Dans ce cas la jeune plante est si affaiblie par la maladie, qu'elle meurt souvent en même temps que ce premier balai de sorcière; d'autres fois elle produit, auparavant, une pousse latérale qui est infectée bientôt à son tour. Des pépinières entières sont parfois détruites de cette façon; dans d'autres cas, une plante à peine est épargnée parmi toutes celles qui ont été semées, de sorte que l'on doit renoncer à remplacer toutes celles qui ont péri.

## 9. Prédisposition à la maladie. Influence des facteurs extérieurs (conditions extérieures).

Relativement à la question de la réceptivité vis à vis de la maladie, on n'observe guère de différences individuelles entre les divers cacaoyers d'une plantation fortement contaminée. On nous a signalé, il est vrai, par ci par là certains arbres qui portaient chaque année un grand nombre de balais de sorcière, de fruits indurés et de fleurs en étoile, et que les planteurs regardaient, en conséquence, comme très prédisposés à la maladie; un certain nombre de cacaoyers ont, d'autre part, dans certaines plantations, la réputation d'avoir très peu à souffrir de cette contamination. Un examen plus approfondi et des observations plus précises nous ont presque toujours démontré que la réputation, bonne ou mauvaise, de ces arbres n'était pas méritée, ou était tout au moins exagérée.

On ne peut nier de façon absolue qu'il n'existe, sur les terrains fortement éprouvés, des différences individuelles au point de vue de la réceptivité à l'égard de la maladie, entre les divers cacaoyers, mais ces différences sont peu importantes.

Il en va tout autrement dans les localités où la maladie n'existe que depuis peu de temps, ainsi p. ex. dans

beaucoup de plantations de cacao de la Haute-Cottica, de la. Perica et du district de Nickerie; à première vue il semble bien que là certains individus soient spécialement prédisposés. Au milieu des cacaoyers absolument sains, ne portant aucun balai de sorcière, on y rencontre, en effet, quelques arbres très sérieusement contaminés, présentant de nombreux balais de sorcière et un grand nombre de fleurs en étoile. Au cours des années suivantes, la maladie se propage de ces individus aux cacaoyers voisins, qui d'abord ne portent que quelques balais de sorcière, mais qui à leur tour seront finalement fortement contaminés.

Cette propagation de la maladie ne se fait pas rapidement et il peut arriver même, comme nous l'avons fait remarquer p. 246 et 247, que la maladie reste cantonnée pendant des années en quelques points, d'où elle rayonne assez lentement.

Tout ceci semble démontrer que la dispersion des spores ne se fait pas, en règle générale, à grande distance; il nous semble probable que les spores ne sont transportées que dans le voisinage immédiat de leur lieu d'origine.

Si cette supposition est exacte, le fait qu'un arbre se trouve contaminé très fortement alors que son voisinage immédiat est encore à peu près indemne, ne doit pas forcément s'expliquer par l'existence des prédispositions individuelles; ceci pourrait être dû à une contamination fortuite, qui ne s'est propagée tout d'abord qu'aux branches les plus voisines du même arbre.

Nous nous sommes efforcés plus particulièrement de rechercher si les diverses variétés de cacaoyers présentent une réceptivité différente; nous n'avons rien trouvé de semblable. Le cacaoyer de Surinam se prête mal, il est vrai, à ce genre de recherches; car l'on a procédé, dans cette colonie, à de très nombreux croisements entre variétés différentes; chaque cacaoyer présente, pour ainsi dire,

un mélange des caractères des variétés *Criollo, Forastero* et *Calabacillo,* cette dernière prédominant d'habitude. Cependant, les variétés importées, quoique plus pures, ne nous ont pas semblé plus réfractaires à la maladie que le cacaoyer de Surinam. Le Forastero de Trinidad, cultivé sur une grande échelle dans diverses plantations, et surtout à „Geyersvlijt", fut sérieusement attaqué; le Criollo de Java, du jardin d'essai, le fut assez sérieusement; enfin les balais de sorcière ont apparu aussi, en 1907, dans les petites plantations de Criollo rouge et de Criollo de Nicaragua, âgées de 2 à 3 ans, faites au jardin d'essai, et cela malgré leur isolement à peu près complet.

Nous nous sommes demandé ensuite, si l'on pouvait découvrir une influence des conditions extérieures sur l'intensité de la maladie, soit que celles-ci fassent valoir leur action sur la réceptivité des cacaoyers, ou sur le champignon lui-même.

On pouvait faire intervenir, dans cet ordre d'idées, l'influence de la nature du sol, du climat et de la saison, de la teneur en eau du terrain, du niveau des nappes souterraines ou, enfin, de l'éclairage direct par la lumière solaire.

Remarquons tout de suite que de tous ces agents possibles, seul le climat, et conséquemment les saisons, exercent une influence appréciable, tandis que nous n'avons pu découvrir trace de l'influence de la composition du sol ou du niveau des eaux profondes, ni de la lumière solaire.

Au début, lorsque la maladie n'avait apparu encore avec quelque intensité que dans le district de Saramacca, on crut devoir l'attribuer à un drainage défectueux des plantations de ce district. Laissant de côté la question de savoir si le drainage de ce district est effectivement moins bien établi que dans d'autres parties de la colonie, il a été constaté depuis, à suffisance, que le drainage n'exerce aucune influence appréciable sur la maladie.

Les diverses plantations de cacao sont situées à des hauteurs très différentes; il s'ensuit que la vitesse d'écoulement des eaux de pluie et la profondeur des nappes souterraines varient également beaucoup; les plantations de la rive droite de la Basse-Commewijne sont, pour la plupart, situées beaucoup plus bas que celles de la rive gauche ou que celles du bassin de la Suriname. Tandis que les premières sont menacées, pendant la saison des pluies, par les hautes eaux, la plupart des autres plantations se débarrassent facilement des eaux surabondantes. Malgré cela, nous n'avons pu observer de différences dans l'intensité de la maladie qu'on puisse mettre en rapport avec ces différences dans le régime des eaux.

On soutient parfois que dans les terrains sablonneux la maladie ferait moins de ravages que dans les sols argileux; cette assertion ne se vérifie nullement: dans les sols sablonneux qui avoisinent le chemin de Wanica p. ex., le cacao a été aussi éprouvé que dans les lourds terrains argileux des plantations établies près de la rivière.

Nous avons constaté en somme, que la maladie des balais de sorcière a régné avec intensité dans tous les terrains à cacao de Surinam, sans exception, dans lesquels elle a pu s'introduire.

Nous avons cru, cependant, que l'influence de la composition du sol pourrait peut-être se manifester de façon appréciable, si l'on pouvait allier ses éléments constitutifs dans des proportions différentes de celles qui se rencontrent naturellement dans les terrains cultivés de Surinam; peut-être, l'un ou l'autre élément pourrait-il ainsi, là où il serait prédominant, faire valoir son influence sur la fórce de résistance des cacaoyers, et indirectement sur l'intensité de la maladie.

En règle générale les terrains à cacao de Surinam sont très riches en potasse et en azote, médiocrement riches en phosphore et relativement pauvres en chaux; la teneur en

humus peut être considérée comme moyenne. Nous avons donc cru utile d'expérimenter si l'addition de fortes proportions de phosphore, de chaux ou d'humus (ce dernier sous forme de pulpe de café et de fumier de vache) aurait une action sur la maladie.

Ces expériences furent décrites déjà dans les Rapports annuels de l'Inspection de l'agriculture dans les Indes Occidentales, des années 1904 et 1905 [1]. Au cours de l'automne de 1904 on distribua, sur nos champs d'expérience, respectivement 2, 3 et 4 kg. de chaux par arbre, en 1906, respectivement 6, 9 et 12 kg. Un essai fut fait séparément, avec le gypse qui fut distribué à raison de 180, 200 et 260 kg. par „akker", soit 380, 466 et 583 kg. par hectare. Le phosphore fut servi en partie sous forme de scories Thomas, en partie sous forme de superphosphate, à raison de respectivement 0.4, 0.8 et 1.2 kg. par arbre en 1904 et 0.8, 1.6 et 2.4 kg. en 1905. On retourna à la fourche les terrains d'expérience de même que les terrains de contrôle.

Aucun de ces engrais n'exerça d'influence appréciable ni sur la croissance des cacaoyers ni sur la maladie; il nous sembla que, sur certains terrains, le labourage à la fourche avait favorisé quelque peu la croissance des arbres.

Relativement à l'action du soleil, il y avait à Surinam, dès avant notre arrivée dans la colonie, deux partis. Les uns prétendaient que la maladie était favorisée par un drainage incomplet; les autres étaient persuadés que l'on ombrageait trop le cacao et qu'il fallait, en conséquence, combattre la maladie en élagant et en abattant partiellement les arbres d'abri. Ces derniers s'appuyaient sur l'opinion, passée à l'état d'axiome, quoique absolument erronée, que la lumière du soleil est défavorable aux moisissures

1) Rapport sur l'année 1904, p. 14.
" " " 1905, p. 10.

(champignons). Pour les essais tentés par quelques planteurs, en supprimant dans leurs plantations les arbres d'ombrage, nous renvoyons à un article de l'un de nous, paru dans le Bulletin n°. 8 de l'Inspection de l'agriculture dans les Indes occidentales [1]). Quoi qu'il en soit, c'est la comparaison des résultats des deux méthodes de culture — cacaoyères sous ombrage léger ou terrains à cacao sous ombrage touffu — plutôt que les expériences, qui démontre très clairement que la densité de l'ombrage n'a aucune action sur la maladie.

L'un des arguments que les partisans de la diminution de l'ombrage ont souvent mis en avant, c'est que jamais les balais de sorcière n'ont apparu dans la plantation „Margarethenburg" où l'on cultive le cacao sans abris. Et, en effet, cette plantation, assez isolée à l'embouchure de la rivière de Nickerie, a longtemps été épargnée par la maladie. Actuellement les balais de sorcière se sont montrés là aussi; l'avenir nous apprendra si la maladie va faire là autant de ravages que dans les plantations où l'on ombrage les cacaoyers.

Contrairement à tous les facteurs précités, qui n'exercent aucune action sur l'intensité de la maladie, les conditions météorologiques ont une influence très nette; en règle générale, l'on peut dire que des pluies abondantes et l'humidité atmosphérique qu'elles amènent, favorisent l'apparation des balais de sorcière.

Cette influence se remarque surtout à la diminution et à l'aggravation périodiques annuelles de la maladie. Lorsque, après la grande période de sécheresse (septembre, octobre, novembre), les pluies réapparaissent, les cacaoyers poussent de nouvelles branches; d'habitude il n'y a, tout d'abord, parmi celles-ci, que très peu de rameaux anormaux. En même temps, ou un peu plus tôt, commence

1) **Van Hall. De beteekenis der schaduwboomen bij de cacaocultuur, p. 21 et suiv.**

la floraison; parmi les fruits issus de ces premières fleurs, c. à. d. parmi les fruits que l'on cueille au commencement de la saison (vers mars), on n'observe que très peu de fruits indurés. Il en est de même des fruits qui, grâce à une irrigation, opérée pendant la période sèche, se sont développés un peu plus tôt; on sait que, lorsque l'on peut irriguer pendant cette saison, la floraison, et par conséquent, la récolte, sont avancées; la proportion de fruits indurés est très faible dans ce cas.

De l'établissement du régime des pluies (novembre ou décembre) au mois d'avril ou de mai, les pluies sont très irrégulières à Surinam; souvent des périodes pluvieuses alternent avec des périodes de sécheresse; les cacaoyers produisent chaque fois de nouvelles branches, et les balais de sorcière apparaissent en plus ou moins grande abondance.

En avril ou en mai commence la saison des grandes pluies, la „grande période pluvieuse", qui dure jusque vers juillet. Pendant tout ce temps le sol est gorgé d'eau et les cacaoyers se reposent, c. à. d. ne forment pas de branches nouvelles.

Ce n'est que lors de la diminution des pluies que les arbres recommencent à bourgeonner. En juillet, et surtout en août, ils poussent de nouvelles branches, et parmi celles-ci il y a toujours un nombre important de balais de sorcière.

En septembre et en octobre, pendant la „grande période sèche", les pluies sont peu importantes et les cacaoyers se retrouvent à l'état de repos. Les nombreux rameaux anormaux, formés au cours des mois de juillet et d'août, se dessèchent rapidement et les cacaoyers portent presque toujours, pendant cette période, un grand nombre de balais de sorcière desséchés et morts.

Voici comment on peut s'expliquer ces différences dans le nombre des rameaux anormaux aux différentes époques de l'année.

Au début de la grande période pluvieuse, les arbres portent un nombre plus ou moins grand de balais de sorcière et un nombre relativement important de fruits indurés. La „grande cueillette" tombe à peu près à cette époque de l'année (avril, mai); c'est précisément alors que les arbres portent le plus grand nombre de fruits, et que, par conséquent, le nombre absolu de fruits indurés mûrs atteint son maximum; ceux-ci appartiennent au type d'induration que nous avons décrit p. 262: le fruit atteint sa maturité et est marqué d'une tache noire (fig. 14 et 16). Le nombre de fruits indurés qui appartiennent à ce type est très grand et ceux-ci constituent, par conséquent, au point de vue de la contamination ultérieure, la manifestation la plus dangereuse de la maladie (fig. 13). De plus, ainsi que nous venons de le faire remarquer, leur nombre est très grand à cette époque de l'année.

Ajoutons que les balais de sorcière, qui existent sur les arbres à cette saison, y persistent longtemps, grâce aux pluies continuelles; le champignon a donc le temps d'apparaître au dehors, surtout à la base des rameaux, et de fructifier. Aussi observe-t-on à cette époque de l'année et plus tard encore pendant la grande période des pluies, soit en règle générale de mars à juillet, de nombreuses fructifications du champignon à la base des nombreux rameaux anormaux et à la surface des non moins nombreux fruits indurés.

On peut admettre qu'à la fin de la grande période pluvieuse, les plantations de cacao sont pleines des spores du parasite; il n'est donc pas étonnant que parmi les nouvelles pousses, formées pendant les mois de juillet et d'août, il y ait beaucoup de balais de sorcière.

Ceux-ci, néanmoins, à l'encontre de ceux qui les ont précédé, se dessèchent rapidement, car la période sèche commence vers la fin d'août et se continue sous le nom de grande période sèche jusqu'en septembre et octobre.

Par cette dessiccation rapide, le champignon n'a pas l'occasion de former ces fructifications; aussi le *Colletotrichum* manque-t-il d'habitude, sur les balais de sorcière, pendant la grande période sèche.

A cette saison, il n'y a plus de fruits, de sorte que cette autre source de contamination fait également défaut.

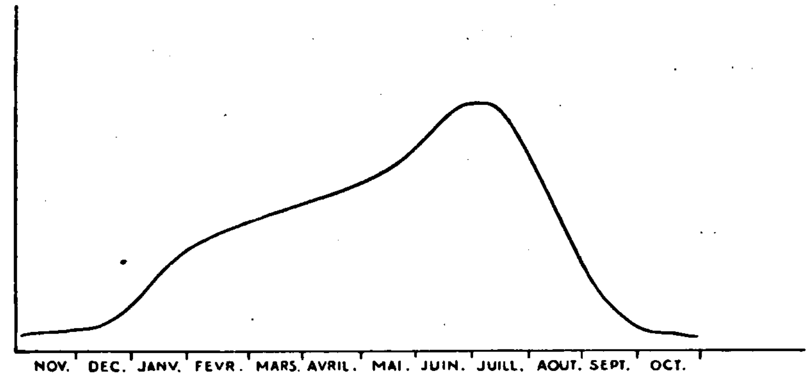
A la fin de la grande période sèche, les spores de *Colletotrichum* doivent donc être relativement rares; il s'ensuit qu'au début de la saison des pluies, en novembre et en décembre, on ne voit apparaître que relativement peu de balais de sorcière, que les fleurs sont très peu contaminées et que les premiers fruits, qui arrivent à maturité $3^1/_2$ mois plus tard, sont des fruits sains.

Quelques balais de sorcière se forment néanmoins toujours, et suivant que le temps se montre plus ou moins favorable, c.à.d. suivant que la pluie est plus ou moins persistante, les fructifications du champignon apparaîtront plus ou moins abondantes sur les balais de sorcière.

Peu à peu, la contagion se propage ainsi à nouveau, pendant les premiers mois de l'année, grâce à la fois à la maturation des fruits et à l'apparition des fruits appartenant au type représenté fig. 14 et 16; avec la grande période pluvieuse, les cacaoyers rentrent de nouveau dans un état de repos.

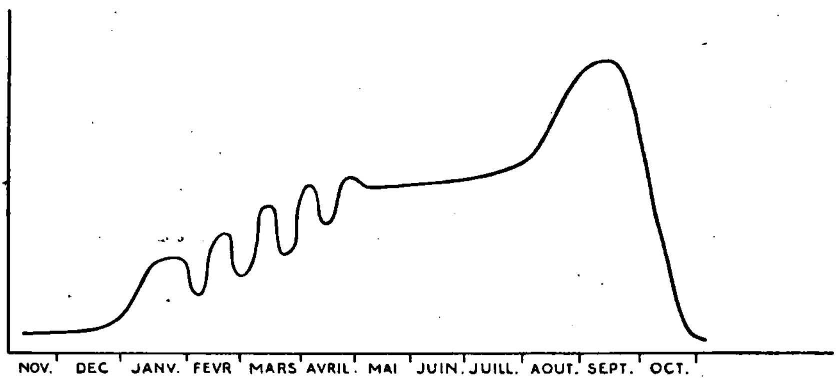
De façon très générale, nous pourrions donc figurer graphiquement comme suit l'intensité de fructification, c. à. d. le nombre de spores de *Colletotrichum* que l'on rencontre aux diverses époques de l'année.

**Nombre de spores.**




De la même manière, l'on pourrait représenter, de façon très grossière, le nombre de balais de sorcière que l'on peut observer aux différents moments de l'année, par la courbe suivante :

**Nombre de krulloten.**




Les oscillations de la courbe des *krulloten* pendant les mois de janvier à avril sont absolument conventionnelles dans ce schéma; elles sont, en réalité, très irrégulières.

Nous avons montré qu'en règle générale des pluies

abondantes et une atmosphère humide favorisent la fructification des *Colletotrichum*. Il ne faudrait pas en conclure, cependant, qu'une année très pluvieuse donnera nécessairement un plus grand nombre de fruits indurés. Ce n'est pas autant la quantité absolue de pluie, mais bien plutôt la manière dont celle-ci se distribue pendant l'année, qui est décisive; une pluie modérée, régulière, revenant chaque jour, est plus favorable que quelques averses très violentes alternant avec des jours secs et ensoleillés. Ainsi l'année 1907, p. ex., avec ses pluies anormalement abondantes en avril, n'a pas été aussi nuisible aux cacaoyers que l'année moins pluvieuse de 1906.

### 10. Colletotrichum luxificum vit-il en parasite sur d'autres plantes que le cacaoyer?

Depuis que les planteurs ont fixé leur attention sur les balais de sorcière du cacaoyer, ils se sont mis à remarquer chez d'autres plantes des anomalies qui leur rappelaient celle des cacaoyers.

C'est ainsi que l'on nous indiqua des soi-disant *krulloten* sur des plants d'Immortelle (*Erythrina glauca*), de manguier, sur le sapotier (*Achras Sapota*) et sur l'hégron.

Nous avons démontré, après examen, que dans aucun cas *Colletotrichum luxificum* n'était en cause.

Sous le nom de balais de sorcière de l'Immortelle (*Erythrina glauca*), on nous envoya de Nickerie des branches et rameaux aplatis: il ne s'agissait que de fasciations, c. à. d. de monstruosités non contagieuses.

D'autres *krulloten* de l'Immortelle furent montrés au Professeur Went, lors de son séjour à Surinam en 1901, dans la plantation „Jagtlust"; nous avons retrouvé tout récemment cette même anomalie dans la plantation „Suzannasdaal"; elle a apparu également dans le jardin d'essai sur des „*bucare*" (*Erythrina velutina*) importés depuis peu de Trinidad. Le pétiole des feuilles présentait des

épaississements intéressant parfois les jeunes rameaux eux-mèmes. Plus tard les parties renflées s'ouvraient et laissaient échapper une poudre brun-rouge contenant les spores d'une Urédinée, probablement un *Ravenelia*, auteur de la maladie.

Les *krulloten* du sapotier (*Achras Sapota*) n'étaient également que des fasciations des branches.

Chez le manguier (*Mangifera indica*) les bourgeons placés à l'aisselle des feuilles prolifèrent abondamment et forment des groupes globuleux de bourgeons pressés les uns contre les autres, pouvant atteindre la grosseur du poing et même davantage. Jamais nous n'avons pu y décéler de champignon, mais nous y avons trouvé parfois des anguillules, qu'il faut considérer, peut-être, comme la cause de cette anomalie. Ce dernier point doit encore être élucidé. Quoi qu'il en soit, *Colletrotrichum luxificum* n'est certainement pas en cause.

Le cas le plus intéressant qui nous ait été soumis, concerne les soi-disant „*krulloten*" du hégron (*Eugenia chrysophylloides* D. C.), un arbre forestier assez abondant dans la plantation „Berlijn". Il s'agit ici de balais de sorcière véritables; de nombreux bouquets de rameaux rapprochés en groupes compacts ressemblaient à autant de perruques suspendues dans les arbres. Cette anomalie rappelle quelque peu les balais de sorcière du cerisier, provoqués par *Exoascus cerasi*. Nous avons découvert, comme cause de ces balais de sorcière, une espèce de *Pestalozzia*.

Dans aucun de ces cas, donc, le *Colletotrichum* n'apparaît comme agent de la maladie, et provisoirement le cacaoyer reste, pour autant que nous sachions, le seul végétal auquel s'attaque *Colletotrichum luxificum*.

### 11. Traitement de la maladie.

Went [1]) a déjà fait remarquer que deux méthodes s'offraient

1) l. c. p. 25.

pour combattre les balais de sorcière du cacaoyer. On peut en premier lieu augmenter la force de résistance des arbres; ou bien il faut s'attaquer directement à l'organisme qui provoque la maladie.

En ce qui concerne la force de résistance des cacaoyers, nous avons montré déjà que celle-ci est très peu influencée par les conditions extérieures; il semble que ni la composition du sol, ni le niveau des eaux souterraines, ni la lumière solaire n'exercent aucune action sur cette force de résistance. Aussi les essais que nous avons tentés dans le but de diminuer par de copieuses fumûres de phosphore, de chaux ou d'humus, la réceptivité des cacaoyers n'ont donné, ainsi que nous l'avons exposé déjà, que des résultats défavorables.

En raison même du fait que les prédispositions des cacaoyers à la maladie sont si peu affectées par les agents extérieurs, il ne faut guère s'attendre à obtenir, dans cet ordre d'idées, des résultats ayant une portée pratique.

Nous avons constaté, d'ailleurs, que les variations individuelles des cacaoyers au point de vue de leur réceptivité semblent être peu importantes; on peut dire que, parmi les variétés de cacaoyers importées à Surinam, il ne s'en est jusqu'à présent trouvée aucune dont les prédispositions soient plus faibles que celles des variétés indigènes.

On a également peu de chance d'obtenir, par sélection, une variété réfractaire à la maladie, ou d'en rencontrer une de ce genre dans d'autres régions.

De plus, une sélection exigerait, même dans le cas le plus favorable, une longue série d'années avant que l'on pût en attendre quelque résultat; comme il s'agissait, pour nous, d'apporter un remède, le plus promptement possible, il nous a semblé que c'est d'une méthode *s'attaquant directement au parasite* qu'il fallait attendre les meilleurs résultats.

Deux méthodes se présentent pour atteindre ce but: 1°)

la destruction des parties contaminées, préventive d'une réinfection, et 2°) le traitement des cacaoyers par un fongicide.

C'est à cette dernière méthode que nous avons eu recours tout d'abord; dès le mois de décembre 1903 des essais furent commencés avec la bouillie bordelaise; les cacaoyers de quelques terrains des plantations „Jagtlust" et „Suzannasdaal" en furent aspergés. Mais les pluies qui survinrent bientôt et persistèrent pendant les mois de janvier et de février nous forcèrent bien vite à interrompre ces expériences qui restèrent inachevées.

A la fin de 1904, les essais furent repris, et, cette fois, plus tôt; commencés en novembre, ils furent continués pendant les cinq mois suivants à raison d'une aspersion par mois. Mais nous nous sommes butés presqu' aussitôt à une difficulté; l'on s'aperçut qu'il était impossible d'opérer l'aspersion de telle sorte que toutes les feuilles, tous les rameaux et toutes les branches fussent vraiment atteints par la bouillie bordelaise. Malgré un travail méthodique, un grand nombre de ceux-ci échappèrent chaque fois, à cause de l'épaisseur du feuillage des cacaoyers.

Un autre inconvénient sérieux consiste dans ce fait que, sous les tropiques, les arbres ne donnent pas, comme dans les contrées tempérées, leurs feuilles et leurs rameaux nouveaux exclusivement à une époque déterminée de l'année. A Surinam, p. ex. cette poussée de nouveaux bourgeons et de nouvelles feuilles se continue, avec plus ou moins d'activité, pendant toute l'année, sauf pendant quelques mois au moment des grandes pluies et un ou deux mois à l'époque de la grande sécheresse. Il s'ensuit que dans les climats tempérés, par une aspersion au printemps et une seconde aspersion au commencement de l'été, on atteint toutes les feuilles et pousses de l'année; sous les tropiques, au contraire, il faut poursuivre à peu près pendant toute l'année le traitement; car de nouvelles feuilles et de nouveaux

rameaux naissent continuellement dans l'intervalle des aspersions.

C'est pourquoi, sous les tropiques, un traitement efficace au moyen de bouillie bordelaise est presque toujours pratiquement inapplicable à cause des frais élevés qu'il entraîne.

Les résultats de nos aspersions furent donc loin d'être satisfaisants, et ceci principalement en raison des inconvénients cités plus haut, la difficulté d'atteindre efficacement toutes les parties des arbres. Aucun progrès important ne fut enrégistré, soit vers une réduction du nombre des balais de sorcière, soit vers une diminution de l'induration. Dans la plantation „Suzannasdaal," la récolte fut cependant un peu supérieure sur les terrains aspergés; quant à un recul sérieux de la maladie, il n'en fut nullement question.

Nous résolûmes, en conséquence, d'expérimenter une autre méthode et nous tentâmes de débarrasser la plante de son parasite, *en supprimant tous les organes atteints et contaminés.*

Comme la maladie s'attaque, sur chaque cacaoyer, à un très grand nombre d'organes, que chaque arbre porte de nombreux *krulloten* et fruits contaminés, il n'était guère possible de supprimer chaque organe malade isolément: il fallait nécessairement recourir à une suppression en masse. *La couronne feuillée toute entière des cacaoyers fut donc enlevée,* toutes les branches feuillées abattues, de manière à ne laisser subsister que le tronc et les grosses branches privées de feuilles.

Une photographie nous montre comment cette opération fut éxécutée (fig. 30 et 31). Sur la fig. 30, on voit un ouvrier occupé à abattre toutes les branches feuillées; la fig. 31 nous présente, à l'avant-plan, un cacaoyer tel qu'il apparaît après l'opération: il ne lui reste plus que le tronc et les grosses branches.

Le point important est de pratiquer cet élagage énergique de manière à ne rien laisser subsister qui doive être en-

levé, et d'autre part, de ne point entamer les grosses branches plus qu'il n'est strictement nécessaire; il faudra, en même temps, avoir soin que l'élagage se fasse symétriquement tout autour de l'arbre, afin que le cacaoyer puisse reformer une couronne régulière et bien conformée. Il est impossible de formuler à ce sujet des règles précises; les ouvriers doivent acquérir peu à peu une certaine expérience, qui leur indiquera jusqu'à quel point ils peuvent élaguer.

Après l'abattage, toutes les surfaces de section sont enduites de goudron.

On réunit ensuite en un monceau toutes les branches abattues et toutes les feuilles et on les brûle, afin de détruire le champignon.

Le seul foyer d'infection qui subsiste encore, après ce traitement, est constitué par les spores qui peuvent se trouver sur le tronc ou sur les branches que l'on a épargnées. Pour éliminer également cette dernière chance de contamination, nous avons fait asperger les arbres au moyen d'un fongicide; on employa tout d'abord la bouillie bordelaise, plus tard une solution de sulfate de cuivre. La fig. 31 nous montre un ouvrier occupé à asperger ainsi les cacaoyers amputés.

Une double question se posait maintenant:

1°. les arbres supporteront-ils, sans dommage, cet élagage à fond?

2°. les foyers de contamination sont-ils détruits définitivement?

Relativement au premier point, la plupart des planteurs nous prédisaient tout d'abord que les cacaoyers ne supporteraient pas un tel traitement et périraient au bout de peu de temps. Cette prédiction ne s'est nullement réalisée; nous pouvons même ajouter que les arbres ont reformé une nouvelle couronne en un temps étonnamment court. On peut en voir des exemples sur les fig. 32 et 33. La fig. 32 reproduit la photographie de quelques cacaoyers

du terrain d'essai, établi en 1906, dans la plantation „Suzannasdaal," âgés de vingt ans. L'élagage eut lieu en novembre; vers la mi-décembre, les arbres se mirent à bourgeonner; ils furent photographiés en juillet 1907. La photographie nous montre qu'ils avaient déjà reformé à ce moment une couronne vigoureuse. Les arbres figurés ne constituent pas une exception; ils donnent, au contraire, une idée exacte du terrain d'essai tout entier.

La fig. 33 représente quelques arbres de six ans, photographiés également à „Suzannasdaal", élagués comme les précédents en janvier 1907; cette photographie nous les montre en juillet 1907, moins de six mois après le traitement.

Le choix du moment de l'année où l'on procédera à cet élagage n'est nullement indifférent. La meilleure époque est la „grande période sèche". (septembre—novembre), pendant laquelle les cacaoyers sont au repos. Il semble que, plus tôt on pratiquera l'opération durant cette période, plus les arbres bourgeonneront abondamment, lorsque les pluies réapparaissent, en novembre ou décembre. On ne peut néanmoins pas élaguer, durant la période sèche, aussi longtemps que la vie de l'arbre est active; il faut que les cacaoyers se trouvent à l'état de repos parfait; on ne pourra donc, en règle générale, procéder à cet élagage avant la fin de septembre ou le commencement d'octobre.

Lorsque cette opération s'effectue après le commencement de la saison des pluies, le résultat est moins certain; on est exposé, de plus, aux attaques des parasites des plaies, qui profitent des surfaces de section pour envahir les tissus des cacaoyers. Le bourgonnement est, d'habitude, moins actif dans ce cas; mais même dans ces conditions, c'est encore la quantité de pluie qui tombe pendant l'élagage et immédiatement après, qui exerce l'influence prépondérante.

Si la pluie est modérée on peut encore opérer l'élagage

avec succès pendant les mois de janvier à mars ou même avril; l'opération exécutée en mars 1905 à „Suzannasdaal", et que nous décrirons plus loin avec plus de détails, eut un résultat favorable, parce que la saison était sèche; par contre, l'élagage opéré à Nickerie en février 1907 et surtout celui que nous effectuâmes en janvier 1907 dans la plantation „Jagtlust" ne réussirent pas, parce que la pluie se mit à tomber pendant l'opération même et persista.

Pendant la „grande saison pluvieuse" (mai—juillet) on ne peut jamais procéder à un élagage.

L'influence défavorable de la pluie se traduit tout d'abord, comme nous l'avons dit déjà, par un bourgeonnement trop faible des cacaoyers: les rameaux et feuilles qui se forment ne sont pas aussi vigoureux que si l'élagage avait eu lieu pendant la „grande saison sèche"; en second lieu, ainsi que nous l'exposerons plus loin plus en détail, des *krulloten* peuvent réapparaître. Il peut enfin arriver aussi que beaucoup d'arbres meurent; par les temps humides, on ne peut, en effet, goudronner de façon efficace les surfaces de section; celles-ci, restant humides, favorisent l'invasion des parasites, et surtout du *Chaetodiplodia* déjà cité (cf. p. 288), qui peuvent entraîner la mort des arbres. Ce cas se présenta notamment dans les terrains de la plantation „Jagtlust", où l'élagage fut pratiqué en janvier, et dans certaines cultures de la plantation „Suzannasdaal", où les cacaoyers furent élagués alors que la saison des pluies avait déjà commencé.

Lorsque l'on élague en septembre, octobre ou novembre, le succès est assuré.

Relativement au second point, la suppression des foyers de contamination, nous indiquerons ci-après, pour chaque terrain d'expérience en particulier, le nombre de *krulloten* qui se sont montrés pendant l'année qui a suivi le traitement par élagage. Ce nombre est peu important. La réapparition de ces quelques *krulloten* démontre cependant

que, malgré le traitement, il est resté encore un certain nombre de spores sur les cacaoyers; ceci ne doit d'ailleurs pas nous étonner. Si l'on veut éviter une réinfection des terrains à cacao, il faudra immédiatement couper et détruire ces *krulloten.* C'est pourquoi, après l'élagage et l'aspersion, il faut, dès que les arbres se mettent à bourgeonner, procéder à un „nettoyage" minutieux; vu le petit nombre de balais de sorcière, ce travail ne coûtera pas très cher; confié à des ouvriers soigneux, il peut, s'il est poussé à fond, supprimer jusqu'au dernier *krulloot.*

Le nombre des fruits indurés qui réapparaissent après l'élagage des cacaoyers est également très minime.

Si, au contraire, le temps était pluvieux lors de l'élagage, les *krulloten* peuvent réapparaître en grand nombre; ce résultat est dû probablement à ce que le sulfate de cuivre, dont on asperge les arbres, est lavé par la pluie, de sorte que les spores existant sur les branches et sur la tige ne sont pas tuées.

Quoiqu'il en soit, il faut nécessairement, si l'on veut détruire le champignon, appliquer ce traitement pendant une période sèche, et, à ce point de vue, la „grande saison sèche" est préférable à toute autre époque de l'année.

On peut dire qu'après le premier nettoyage, la contamination est enrayée; le nombre de *krulloten* qui se montrent encore est excessivement faible; il faut néanmoins continuer à surveiller les arbres et à détruire tout *krulloot* et tout fruit induré que l'on rencontre.

Cette destruction doit être complète. Nous avons montré plus haut (cf. p. 287), qu'à la place où le *krulloot* est inséré sur la branche-mère, il se forme souvent une région chancreuse; celle-ci persiste après la chute du *krulloot* et constitue, pendant des années, un point vulnérable, qui reste visible sur la branche. On ne peut donc pas se borner à couper le *krulloot* proprement dit; il faut supprimer en même temps *une partie de la branche-*

*mère.* On a, de cette façon, la certitude absolue d'avoir supprimé complètement le champignon et de n'avoir pas laissé subsister, notamment, la base du *krulloot,* que le champignon choisit de préférence pour y fructifier.

Une troisième question, très importante, restait encore à résoudre: au bout de combien de temps les arbres ainsi élagués donneraient-ils de nouveau une récolte sérieuse?

Dès la première année après l'élagage, un certain nombre de cacaoyers donnèrent quelques fruits; ceux-ci, on le comprendra, ne pouvaient être que peu nombreux: les arbres avaient dû employer toutes leurs forces à former de nouvelles branches et de nouvelles feuilles.

La récolte de la deuxième année qui suivit l'élagage fut déjà plus importante: elle comportait environ ½ à 1 balle par „akker", dans le cas où l'élagage avait eu lieu pendant la „grande période sèche" (soit 120—260 kg. par hectare). On ne peut d'ailleurs s'étonner de ce que la production ne soit pas encore remontée, dès cette année, au chiffre normal; il faut considérer, en effet, que, chez le cacaoyer, les pousses d'un an ne donnent normalement ni fleurs ni fruits; ceux-ci ne peuvent donc apparaître, un an après l'élagage, que sur le tronc et les grosses branches qui ont été conservées.

Quant à la récolte de la troisième année, nous ne pourrons en juger, plus ou moins, qu'en 1908; il y aura alors trois terrains d'expérience ayant subi notre traitement à la fin de 1905 et qui en seront, par conséquent, à leur troisième année après l'élagage.

En 1907, il n'y avait qu'un terrain d'essai, situé dans la plantation „Maasstroom", comportant 5 „akker" (environ 2 hectares), qui en était à sa troisième année; la récolte y resta malheureusement, à la suite de diverses circonstances, au-dessous du chiffre normal; elle s'élevait à 100 kg. par „akker" (soit environ 230 kg. par hectare).

Un mot, pour finir, sur le coût de la méthode. La meil-

leure occasion d'en évaluer assez exactement les frais se présenta lorsque, à la fin de 1906, et au début de 1907, la plantation „Suzannasdaal" fut soumise à notre traitement; soit environ 320 „akker" ou 140 hectares. Le coût se monta, en moyenne, à 10 fl. par „akker" pour la main d'oeuvre, et 2 fl. pour le sulfate de cuivre; au total fl. 12 par „akker" ou fl. 28 par hectare. Le traitement entraîne, de plus, la perte de la récolte d'un an; mais la valeur de celle-ci, en argent, est difficile à évaluer.

Pour une plantation de cacao d'importance moyenne, les frais d'exploitation s'élèvent à Surinam, pour un an, à environ fl. 40 pour administration et entretien; on peut donc dire que le coût total de notre traitement, qui dure à peu près 15 mois, s'élève à environ fl. 52 par „akker" (soit fl. 117 par hectare.)

*Expériences.* — Nous donnons, ci-après, un aperçu sommaire de nos expériences:

1. Terrain d'essai de la plantation „Maasstroom" mesurant 5 „akker" (environ 9 hectares.)

Vers la fin d'octobre et le commencement de novembre 1904, les cacaoyers furent traités par la méthode décrite plus haut. Nous avions choisi, à dessein, un terrain de culture ancien sur lequel on cultivait le cacao depuis 40 ans déjà, et dont la plupart des cacaoyers étaient des arbres de cet âge; ce terrain était connu comme étant l'un des moins productifs et des plus faibles de la plantation. Par trois côtés, il est entouré de cacaoyers gravement contaminés.

En 1905, les arbres se développèrent bien; dès les premiers mois, ils furent aspergés de bouillie bordelaise; mais bientôt celle-ci fut abandonnée, à la suite de difficultés d'ordre pratique.

On supprima, en tout, pendant cette première année (1905) douze *krulloten* par arbre; dans le courant de 1906, la seconde année après l'élagage, dix balais de sorcière par arbre furent enlevés, et quatorze en 1907, trois ans après l'élagage.

Les balais de sorcière furent coupés à l'état vert, avant d'avoir atteint toute leur croissance, et avec une partie de la branche-mère.

Au printemps de 1905, un certain nombre d'arbres donnèrent quelques fruits, mais la récolte de cette année fut absolument sans importance. La production de 1906, la première année après le traitement, pendant laquelle on pouvait s'attendre à récolter, se monta à 516 kg., soit 103 kg. par „akker" ou 238 kg. par hectare. Cinq pour cent des fruits furent perdus à la suite d'induration.

En 1907, ce même terrain fournit sa seconde récolte. En novembre, celle-ci s'élevait au total de 536 kg. de cacao, soit 107 kg. par „akker" ou 252 kg. par hectare; $2\frac{1}{2}$ % des fruits étaient indurés.

En novembre 1905, le terrain d'essai fut agrandi de 15 „akker" ou $6\frac{1}{4}$ hectares; les cacaoyers du terrain ainsi annexé étaient de même âge et se trouvaient dans des conditions aussi défavorables que ceux des 5 premiers „akker". Ils s'y développèrent bien, sauf quelques dégâts occasionnés par *Thrips*.

La récolte fut assez faible de ce fait. A la suite des grandes pluies d'avril et de mai, un grand nombre de jeunes fruits furent, de plus, gâtés par le „noir."

Aussi la récolte fut-elle moins importante que l'on ne pouvait s'y attendre au commencement de la saison: elle s'élevait en novembre 1907 à 810 kg., soit 54 kg. par „akker" ou 126 kg. par hectare. $2\frac{1}{4}$ % des fruits furent perdus par suite d'induration.

Le nombre de balais de sorcière supprimés fut le même que pour le premier terrain d'essai de 5 „akker", cité plus

haut, c. à. d. dix par arbre en 1906 et quatorze en 1907.

Pour se rendre un compte exact de l'avantage que procure l'élagage des cacaoyers, comparons la récolte des cacaoyers traités avec celle des arbres non traités de la plantation „Maasstroom".

| Produit du 1er terrain d'essai, mesurant 5 „akker" ou 2 hectares. | | Produit des cacaoyers non traités, des autres terrains, mesurant 210 „akker" ou 90 hectares. | |
|---|---|---|---|
| 1904—1905 . . | | 1904—1905 . . | 5957 kg. |
| 1905—1906 . . | 516 kg. | 1905—1906 . . | 4050 „ |
| 1906—1907 . . | 536 „ | 1906—1907 . . | 11139 „ |
| | 1052 kg. | | 21146 kg. |
| Soit, comme récolte moyenne de ces trois années: 210 kg. par „akker" ou 490 „ „ hectare. | | Soit, comme récolte moyenne de ces trois années: environ 100 kg. par „akker" ou 235 „ „ hectare. | |

Malgré l'absence de récolte en 1904—1905, le produit des cacaoyers traités par notre méthode s'éleva encore à plus du double de celui des arbres non élagués. Cet avantage est certainement dû à la faible proportion de fruits gâtés par induration; cette proportion atteignait, sur le terrain d'essai, 5 °/o en 1906, 2 °/o en 1907; pour les arbres non élagués, ces chiffres montaient, pendant les mois d'avril et de mai, à 50 °/o (et plus) des fruits en voie de maturation.

2. Terrains d'essai de la plantation „Suzannasdaal".

En mars 1905, 2 „akker" (soit $^6/_7$ hectares) furent soumis, dans la plantation „Suzannasdaal", au traitement décrit plus haut, auxquels vinrent s'ajouter en novembre 6 nouveaux „akker" (soit 2½ hectares).

Les cacaoyers du premier terrain étaient des arbres de 15 ans, vigoureux et sains; ceux de l'autre terrain, âgés

de 30 ans, étaient, par contre, mal venus et chétifs pour leur âge.

Le plus petit des deux terrains était entouré de toutes parts par des cacaoyers fortement contaminés; l'autre était en contact, d'un côté seulement, avec des arbres infectés.

Le développement des arbres du petit terrain ne fut pas brillant au début, ce qu'il faut attribuer à l'époque plutôt défavorable à laquelle le traitement leur fut appliqué. En 1905, l'on supprima, sur ce terrain, quatorze balais de sorcière par arbre, douze en 1906, quelques-uns seulement en 1907.

La récolte de 1906 s'éleva à 35 kg. par „akker", soit 84 kg. par hectare et l'on ne rencontra que cinq fruits indurés. Quoique maigre, cette récolte était légèrement supérieure à celle des arbres non élagués, qui fournirent en moyenne 30 kg. par „akker", soit 70 kg. par hectare. En novembre 1907, l'on avait récolté, au total, 150 kg. par „akker", soit 350 kg. par hectare, dont 13 % de fruits indurés. Le grand terrain [1]), mesurant 6 „akker" (2½ hectares), fut soumis à son tour au traitement, en novembre 1905. Les cacaoyers dont, jusqu'alors, la croissance avait été faible se développèrent très bien. Il n'apparut, en 1906 comme en 1907, que très peu de balais de sorcière; dans certaines parties du terrain d'essai, les cacaoyers eurent à souffrir des attaques des *Thrips*. Le nouage des fruits se fit très bien; mais une bonne partie des jeunes fruits fut malheureusement perdue à la suite des grandes pluies qui signalèrent le premier semestre de 1907. La chute de pluie atteignit, en

| | | | |
|---|---|---|---|
| janv. | 178,5 mm. | avril | 584,3 mm. |
| févr. | 238,0 „ | mai | 453,8 „ |
| mars | 321,2 „ | juin | 302,2 „ |

1) Les Rapports annuels de l'Inspection de l'Agriculture attribuent constamment à ce terrain une superficie de 15 „akker" (environ 5½ hectares); mais comme les ³/₅ des arbres ont disparu, ce terrain ne représente plus, en réalité, qu'environ 6 „akker" de cacaoyers.

La récolte totale, s'élevait, en novembre, à 856 kg., soit 60 kg. par „akker" ou 140 kg. par hectare, dont 2 % de fruits indurés.

Nous ne pouvons établir, pour „Suzannasdaal", la comparaison avec des cacaoyers non élagués, attendu que tous les arbres de la plantation furent élagués à la fin de 1906 ou au début de 1907.

3. Terrain d'essai de la plantation „Marienburg".

Le terrain d'essai de „Marienburg" mesurait 40 „akker" ou 16²/₃ hectares, dont 25 „akker" plantés de cacaoyers de 25 ans et 15 „akker" d'arbres de 5 ans. Les cacaoyers furent traités en novembre 1905.

Jusqu'en juillet 1906 on ne signala pour ainsi dire aucun balai de sorcière; en novembre 1906, l'on en avait enlevé, en tout, 3327, c. à. d. moins d'un balai de sorcière pour deux cacaoyers.

La récolte totale s'élevait en novembre 1907, pour le terrain de 15 „akker", planté de cacaoyers de 6 ans, à 550 kg., soit 36 kg par „akker" ou 84 kg. par hectare, et à 66 kg. par „akker" ou 154 kg. par hectare pour les 25 „akker" restants, plantés de cacaoyers de 25 ans.

Il résulte de ces expériences que, par la méthode d'élagage que nous avons décrite plus haut, on supprime l'infection et que le traitement, loin d'etre nuisible en quoi que ce soit aux cacaoyers, constitue au contraire pour ceux-ci comme une sorte de cure de rajeunissement, à la suite de laquelle ils reforment une nouvelle couronne vigoureuse et absolument saine.

Pour qui veut juger de la valeur de notre traitement au point de vue de la suppression éventuelle totale et définitive de la maladie, les essais organisés sur une petite échelle, telles p. ex. ceux de la plantation „Maasstroom", ont relativement peu d'importance; les expériences en

grand, au contraire, et surtout l'application de la méthode à toute la plantation „Suzannasdaal", ont une bien plus grande portée à cet égard, car elles permettront de se former une idée exacte de la façon dont le rendement d'une plantation se rétablit après le traitement et de constater jusqu'à quel point la maladie parviendra à contaminer à nouveau les terrains déjà nettoyés, contigus à des plantations infecteés.

Relativement à ce dernier point, l'on a déjà prédit quelquefois que les résultats avantageux obtenus par notre méthode ne se maintiendraient jamais longtemps; quand bien même, prétendait-on, l'on arriverait à supprimer complètement le champignon sur place, les terrains infectés voisins réinfecteraient bien vite les plantations déjà purgées du parasite, rendant ainsi inutile tout le travail accompli; l'on allait même jusqu'à prétendre que notre méthode ne pourrait donner de résultat favorable que si on l'appliquait simultanément à toute la colonie.

Il est parfaitement exact que le voisinage de terrains infectés constitue un danger pour les cultures déjà „nettoyées"; ce danger est d'autant plus grand que ces dernières sont moins étendues; un terrain tel que notre premier terrain d'essai à „Maasstroom", mesurant moins de 2 hectares de superficie, ressentira plus fortement l'influence de son voisinage qu'une plantation telle que „Suzannasdaal", d'étendue beaucoup plus grande; aussi sera-t-il toujours avantageux d'appliquer *simultanément* le traitement *à la plus grande étendue possible de terrain.*

Cependant il nous semble que, lorsque le terrain soumis au traitement ne sera pas trop petit, le danger de contamination par le voisinage ne constituera pas une difficulté insurmontable, bien que l'on ne puisse jamais le perdre de vue.

Nous considérons donc ce danger comme n'étant nullement invincible, nous appuyant sur une observation déjà consignée plus haut (p. 247); nous faisions remarquer

à cette place que la maladie, bien loin de se propager aussi rapidement qu'on se l'imagine généralement, ne progresse au contraire qu'avec une vitesse relativement petite. Toutes les observations faites sur nos terrains d'expérience ont, jusqu'à présent, confirmé cette manière de voir.

L'on doit, par conséquent, s'attendre à ce qu'une culture, une fois nettoyée, ne soit réinfectée qu'assez lentement par les terrains contaminés voisins; dans ces conditions, le planteur pourra toujours enrayer assez facilement les progrès du mal, en supprimant méthodiquement les balais de sorcière et les fruits indurés.

C'est là un travail que l'on devra exécuter consciencieusement; il faudra faire inspecter, d'une façon constante, toute la plantation par une brigade d'ouvriers dressés spécialement à cette besogne, qui devront, en temps utile et d'une manière complète, enlever au fur et à mesure et détruire tous les *krulloten* et fruits indurés qui apparaîtraient.

Nous sommes convaincus que si l'on exécute soigneusement ce programme, l'on arrivera à triompher définitivement de la maladie.

---

## EXPLICATION DES FIGURES (PLANCHES).

### Planche IX.

Fig. 1. Rameau fructifère normal avec deux boutons floraux, une fleur et un jeune fruit; le rameau floral (fructifère) proprement dit est désigné par *a*, le pédicule du fruit (pédoncule floral) par *b*.

Fig. 2. Fruit induré à moitié développé; les lettres *a* et *b* comme dans la fig. 1.

Fig. 3. Deux jeunes fruits. Sur le mamelon fructifère $I^a$ sont nés les rameaux à fruits $II^a$, qui sont venus s'ajouter au mamelon fructifère; le mamelon

fructifère $I^a + II^a$ a donné naissance aux deux rameaux fructifères $III^a$ qui portent les pédicules $III^b$ et les fruits. Après la chute des fruits, les rameaux $III^a$ persisteront, constituant les parties les plus jeunes du mamelon fructifère $I^a + II^a + III^a$. La portion $I^a$ de celui-ci a donné naissance à un rameau encore très jeune qui porte deux boutons floraux.

Fig. 4. Fruit induré, à moitié développé, mort, sur le point de tomber; le pédicule du fruit *b* est mort et desséché; le rameau *a* persiste comme mamelon fructifère; sur celui-ci se développe un nouveau rameau fructifère, encore très jeune, qui porte quelques boutons floraux.

### Planche X.

Fig. 5. *Krulloot* ou balai de sorcière qui s'est développé sur un rameau qui n'a pas encore toute sa croissance. La partie basale du *krulloot* porte quelques rameaux latéraux.

Fig. 6. *Krulloot* qui s'est fortement ramifié.

### Planche XI.

Fig. 7. Jeunes cacaoyers dont la tige s'est développée de façon hypertrophique, dits „dikke koppen" (c. à. d. *grosses têtes*).

### Planche XII.

Fig. 8. *Krulloten* florifères, nés d'un mamelon fructifère infecté.

Fig. 9. *Krulloot* fortement recourbé, formé aux dépens du bourgeon terminal d'un jeune rameau.

### Planche XIII.

Fig. 10. *Krulloot* présentant un cas de „percroissance".

Fig. 11. Régions infectées sur deux gourmands; elles sont indiquées par x; les parties blanches sont les fructifications du champignon qui apparaissent au dehors.

PLANCHE XIV.

Fig. 12. Fruits indurés à pédicules hypertrophiés.

PLANCHE XV.

Fig. 13. Fruits indurés; celui de gauche a son pédicule fortement hypertrophié; tous deux sont recouverts par la fructification du champignon; celui-ci s'est particulièrement développé autour de la gibbosité qui est la région d'infection maxima.

Fig. 14. Fruit induré qui a atteint toute sa croissance, présentant une tache noire.

PLANCHE XVI.

Fig. 15. Fruits indurés jeunes, gibbeux; les gibbosités sont indiquées par x.

PLANCHE XVII.

Fig. 16. Deux fruits indurés ayant atteint leur taille définitive, présentant une tache noire.

Fig. 17. Deux fleurs en étoile; en *a* deux fruits se sont développés; au milieu du groupe *b* s'est formé un *krulloot*.

PLANCHE XVIII.

Fig. 18. Tronc de cacaoyer portant plusieurs mamelons fructifères infectés; en *s* l'un d'eux a donné naissance à une fleur en étoile, en *m* un autre mamelon contaminé a donné un „mancacao"; en *x* fruit paraissant sain, en *k* un *krulloot*.

Fig. 19. *Krulloot* né d'un mamelon fructifère contaminé; à côté, un fruit jeune, paraissant sain.

## Planche XIX.

Fig. 20. Coupe transversale à travers la paroi d'un fruit induré encore jeune, à la hauteur de la gibbosité. Le mycélium (*m*), au sortir des espaces intercellulaires, s'épanouit dans une poche à mucilage *S*, où il se ramifie fortement.
Grossissement 190 ×.

Fig. 21. Coupe radiale à travers un rayon médullaire d'un rameau fructifère hypertrophié qui portait un fruit induré. Le mycélium (*m*), très développé, a écarté les unes des autres les cellules de l'hôte.
Grossissement 190 ×.

Fig. 22. Coupe radiale à travers le mamelon fructifère, sous un fruit induré avec mycélium dans les tissus.
Grossissement 190 ×.

Fig. 23. Coupe radiale à travers le pédoncule d'une fleur d'aspect normal. Le mycélium (*m*) chemine entre le collenchyme (*coll.*) et le parenchyme cortical (*par.*); *x.* = xylème; *phl.* = phloème; *sh.* = poche à mucus du parenchyme cortical; *ép.* = épiderme; *s* = poil étoilé.
Grossissement 112 ×.

Fig. 24. Coupe tangentielle à travers le mamelon fructifère sous une fleur en étoile; *scl.* = fibres du sclerenchyme; *m.* = mycélium.
Grossissement 190 ×.

## Planche XX.

Fig. 25. Coupe longitudinale à travers un bourgeon très jeune, qui donnera naissance à un rameau fructifère; le mycélium est indiqué par *m.*

Fig. 26. *a.* Mycélium cultivé sur agar formant des conidies.
Grossissement 380 ×.
*b.* conidies séparées.
Grossissement 880 ×.

Fig. 27. Fructification du *Colletotrichum*.
*a*. Grossissement 380 ×.
*b*. „ 880 ×.

Fig. 28. Chapelets de spores de *Colletotrichum*. Dans deux des chapelets le contenu granuleux des spores est indiqué. C'est surtout aux extrémités de la spore que l'on observe le contenu granuleux; vers le centre, parfois, il existe une vacuole nettement délimitée.
Grossissement 880 ×.

PLANCHE XXI.

Fig. 29. Cacaoyers portant de nombreux *krulloten*.

PLANCHE XXII.

Fig. 30. Ouvrier occupé à élaguer un cacaoyer (suppression de la couronne).

PLANCHE XXIII.

Fig. 31. Ouvrier occupé à asperger un cacaoyer élagué, au moyen d'une solution de sulfate de cuivre.

PLANCHE XXIV.

Fig. 32. Cacaoyers âgés de 20 ans, dans la plantation „Suzannasdaal," élagués en novembre 1906, photographiés en juillet 1907.

PLANCHE XXV.

Fig. 33. Cacaoyers âgés de 6 ans, dans la plantation „Suzannasdaal", élagués en janvier 1907, photographiés en juillet 1907.

---

## SOMMAIRE.




Fig. 1.

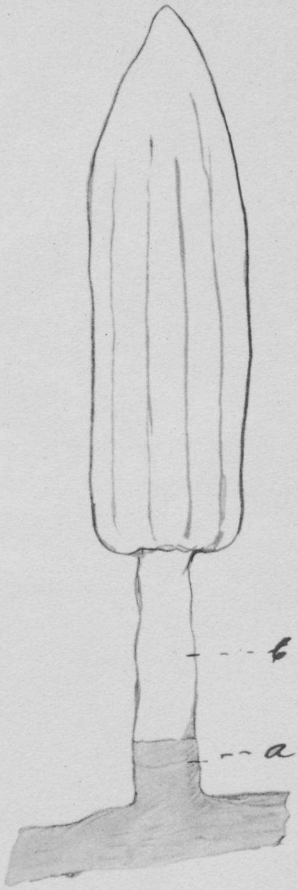



Fig. 2.

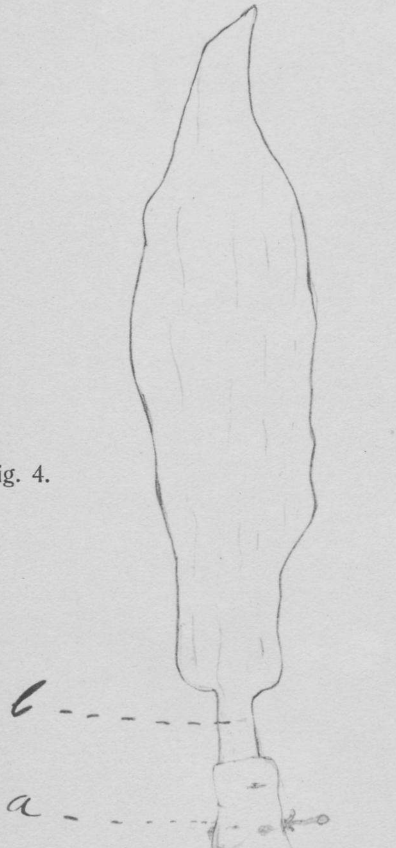



Fig. 4.

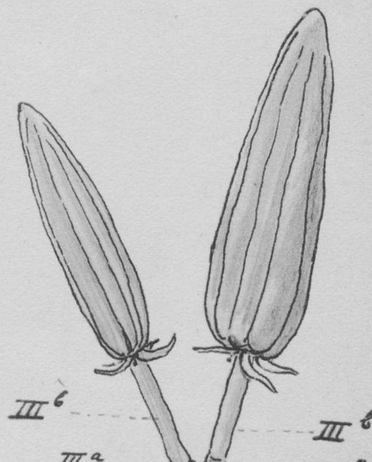



Fig. 3.

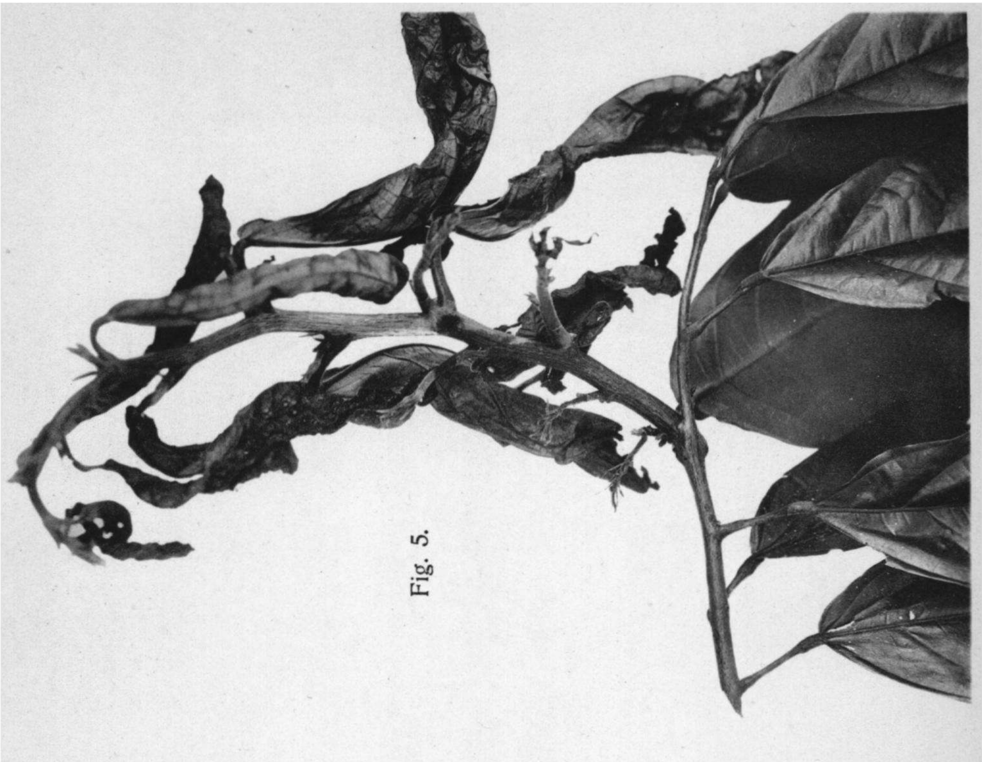


Fig. 5.

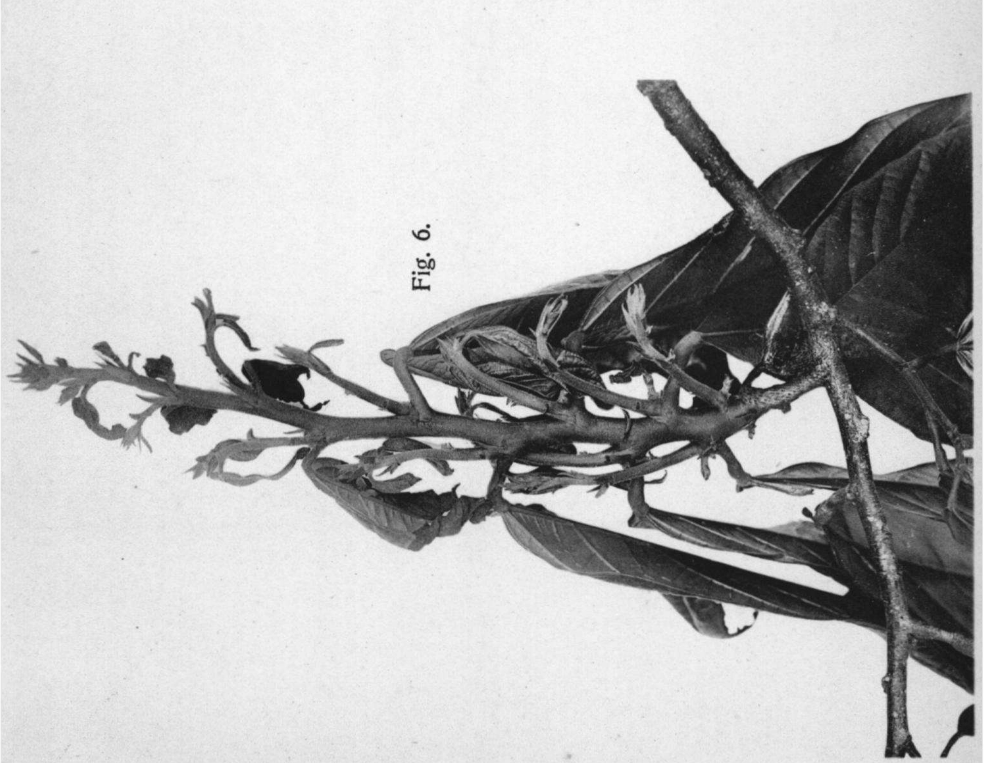


Fig. 6.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam

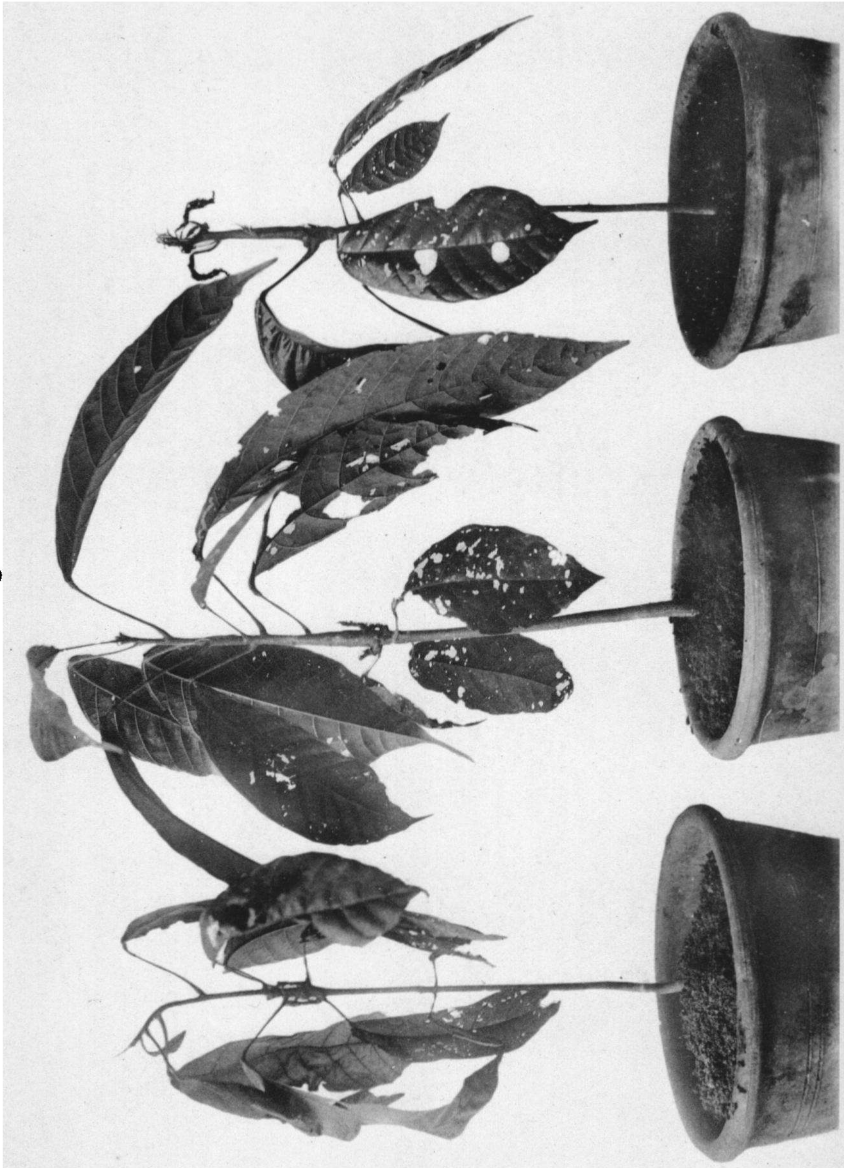


Fig. 7.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.

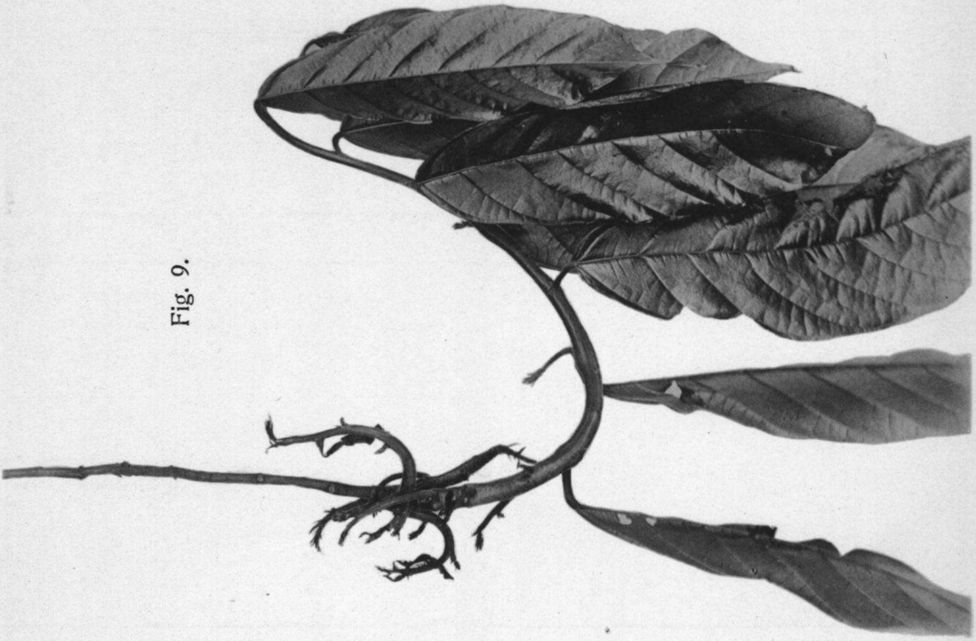


Fig. 9.



Fig. 8.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam

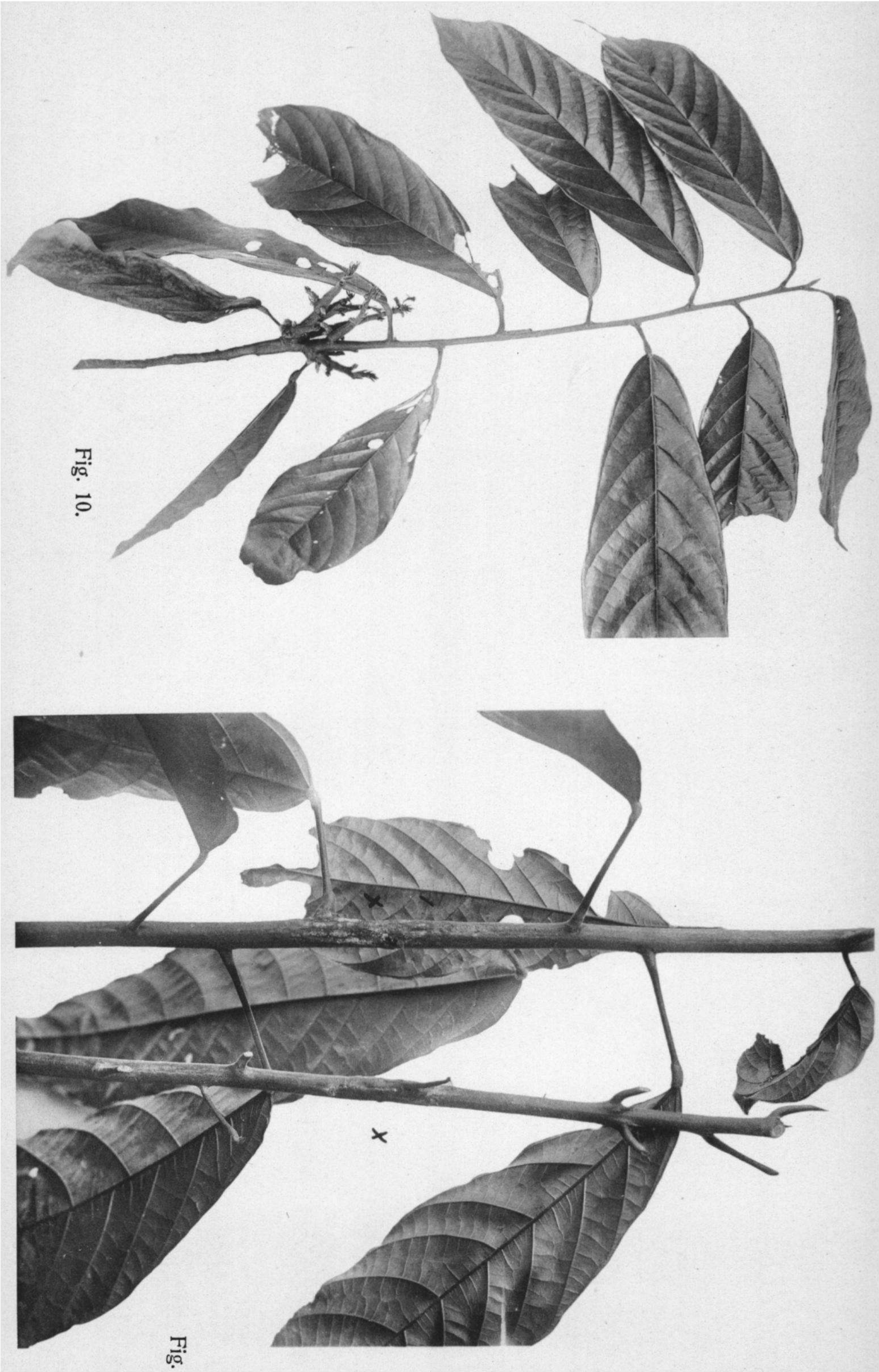


Fig. 10.

Fig. 11.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.



Fig. 12.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.



Fig. 14.



Fig. 13.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.

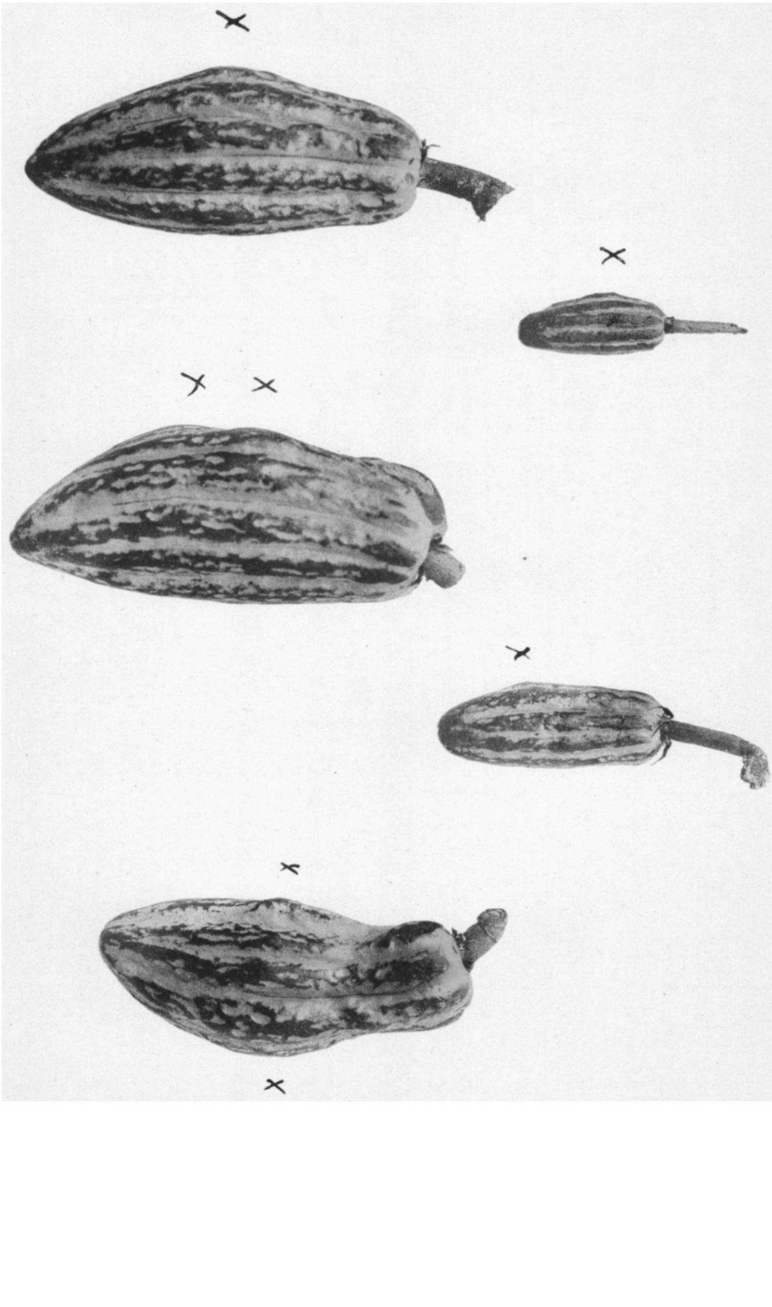


Fig. 15.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.

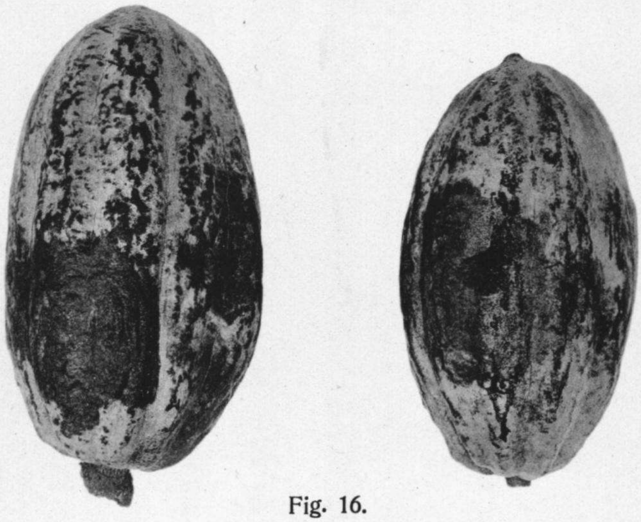
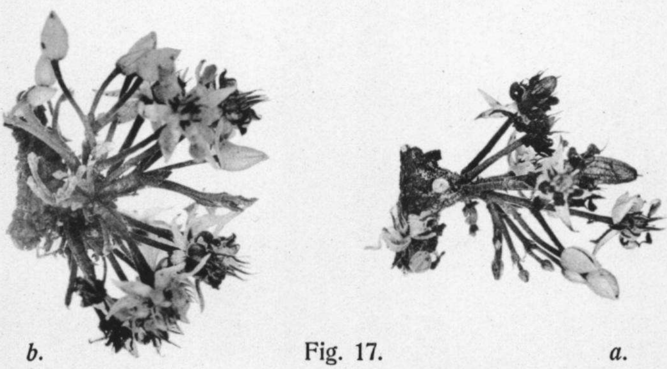


Fig. 16.



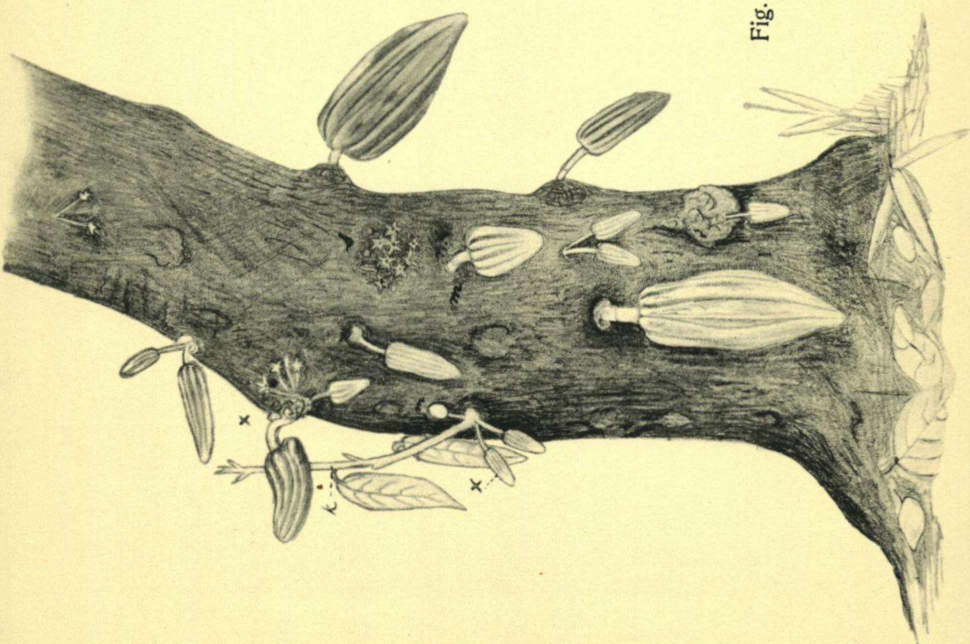
*b.* Fig. 17. *a.*

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.

Fig. 19.



Fig. 18.



Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.

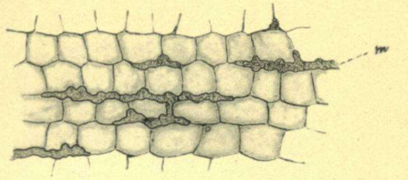



Fig. 21.

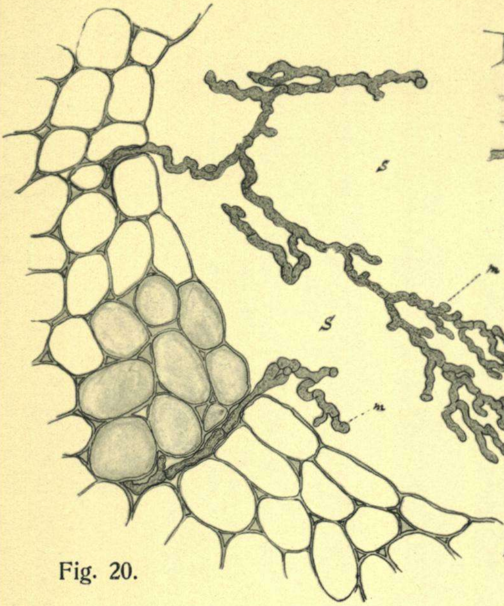



Fig. 20.

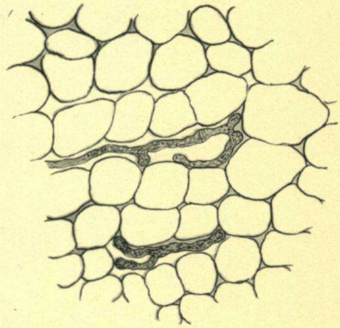


Fig. 22.

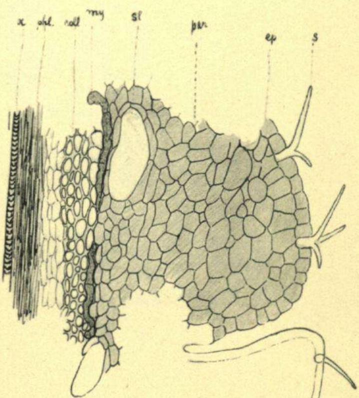


Fig. 23.

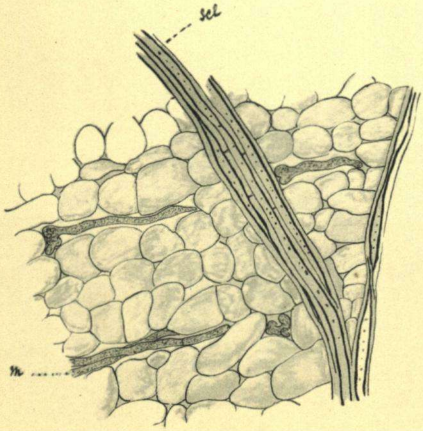



Fig. 24.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.

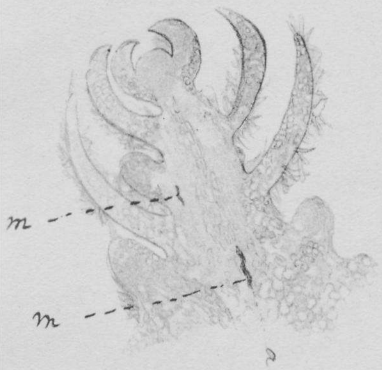



Fig. 25.

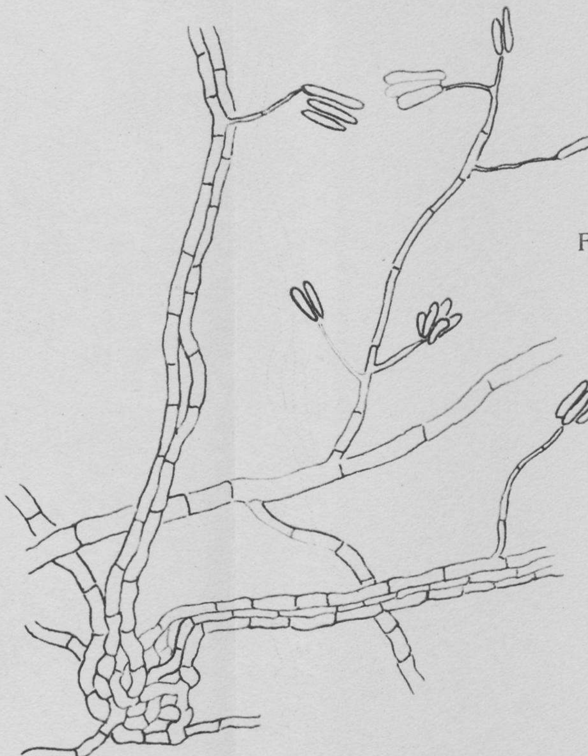


Fig. 26*a*.



Fig. 26*b*.

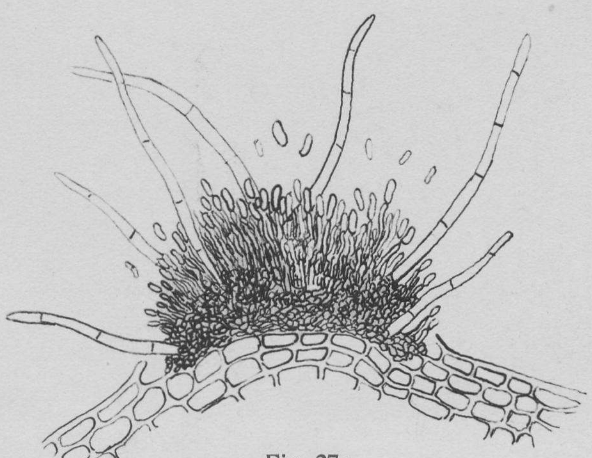


Fig. 27*a*.

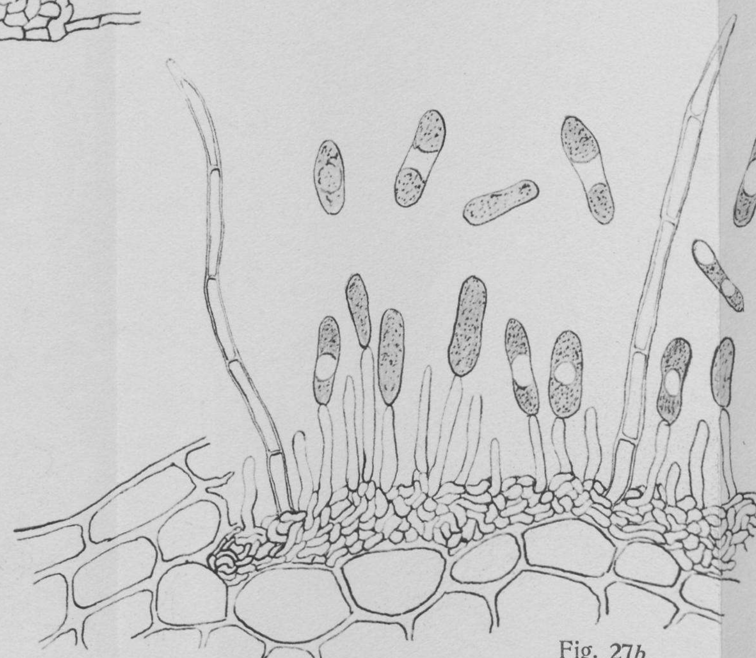


Fig. 27*b*.

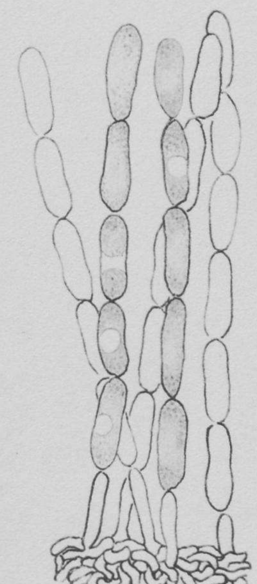


Fig. 28.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.



Fig. 29.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.



Fig. 30.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.



Fig. 31.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.



Fig. 32.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.



Fig. 33.

Phototypie L. van Leer & Co., Amsterdam.